

Marcus E. B. Fernandes
(Organizador)

Microfitoplâncton

RAUQUÍRIO A. A. M. COSTA^{1*}, LUCI C. C. PEREIRA², ELIANE B. SOUSA¹, VANESSA B. COSTA¹,
PRISCILA A. CARMONA¹ & DARLAN J. B. SMITH³

¹ Laboratório de Plâncton e Cultivo de Microalgas (LPCM) - Universidade Federal do Pará – UFPA - Campus de Bragança, Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Aldeia, Bragança, Pará, Brasil. CEP: 68.600-000. * raucosta@ufpa.br

² Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina (LOCE) - Universidade Federal do Pará – UFPA - Campus de Bragança, Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Aldeia, Bragança, Pará, Brasil. CEP: 68.600-000.

³ Laboratório de Ecologia de Manguezal (LAMA) - Universidade Federal do Pará - UFPA - Campus de Bragança, Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Aldeia, Bragança, Pará, Brasil. CEP: 68.600-000.

Introdução

O fitoplâncton (*phyton* do grego = planta, vegetal, *planktos* do grego = errante) está representado por um conjunto de organismos microscópicos aquáticos (marinhos, estuarinos ou dulcícolas) de origem vegetal, unicelulares ou coloniais, os quais apresentam movimentos próprios, entretanto, esses organismos não são suficientemente fortes para vencer a força das correntes. O fitoplâncton está constituído por algas microscópicas que se desenvolvem na camada fótica dos ambientes aquáticos (BRANDINI *et al.*, 1997), sendo responsáveis, através da fotossíntese, por cerca de 90% da produção orgânica anual dos ecossistemas aquáticos costeiros e oceânicos (PARSONS & TAKAHASHI, 1975; RAYMONT, 1980; LALLI & PARSONS, 1993), a qual é disponibilizada aos demais níveis tróficos através dos consumidores primários, representados, principalmente, pelos organismos zooplanctônicos herbívoros (UYE & TAKAMATSU, 1990; CARLSSON *et al.*, 1995).

No ambiente marinho, o fitoplâncton está representado por diversos grupos taxonômicos tais como: Bacillariophyta (diatomáceas), Dynophyta (dinoflagelados), Chlorophyta (clorofíceas), Haptophyta (cocolitoforídeos); embora não seja incomum a presença de espécies pertencentes às Euglenophyta (euglenofíceas), Dictyophyta (silicoflagelados), Cryptophyta (criptofíceas), Prasinophyta (prasinofíceas) e Cyanophyta (cianofíceas), além de inúmeras espécies de fitoflagelados (HOECK *et al.*, 1995; KOENING, 1997; AVARIA *et al.*, 2004; BADYLAK & PHILIPS, 2004; MURRELL & LORES, 2004).

Nos ecossistemas marinhos, a produtividade primária oriunda do fitoplâncton tem sido tradicionalmente atribuída ao microfitoplâncton (20-200 μm), constituído

primordialmente pelas diatomáceas e dinoflagelados, os quais são responsáveis por grande parte da produção primária e representam os organismos dominantes das populações fitoplanctônicas desses ambientes (MALONE, 1980; TISLTONE *et al.*, 2000; ROY *et al.*, 2006). Outros estudos, entretanto, destacam a importância do nanoplâncton (2-20 μm) na produção primária de alguns ecossistemas costeiros (PASSAVANTE, 1981, FRIEDRICHS & HOFMANN, 1989; VILLAC, 1990; GIANESELLA *et al.*, 1999; TORGAN *et al.*, 2000), podendo os mesmos serem responsáveis por cerca de 78 e 90% da produção primária e da densidade fitoplânctônica total, respectivamente (TEIXEIRA, 1963; FRANCO, 1996). Estes últimos, embora frequentemente dominantes (quantitativamente) em ambientes costeiros pouco profundos e pouco turbulentos (SMAYDA, 1980), têm sido registrados com frequência em diferentes estuários e zonas de arrebatamento de diversas praias do litoral brasileiro (BRANDINI, 1982; REZENDE & BRANDINI, 1997; LACERDA *et al.*, 2004), incluindo os ecossistemas costeiros amazônicos (SANTANA, 2004; MELO *et al.*, 2005; COSTA, 2006; SOUSA, 2006), onde as características hidrodinâmicas e climatológicas, principalmente as correntes-de-maré (região com predominância de regimes de macromarés) e os elevados índices pluviométricos, exercem um importante papel sobre a composição e distribuição dos mesmos.

Por outro lado, devido ao caráter dinâmico de suas populações e às elevadas taxas de reprodução desses organismos, o fitoplâncton pode, em alguns casos, constituir um excelente bioindicador em estudos de caracterização ambiental e poluição em diferentes ecossistemas aquáticos, sofrendo variações espaciais e temporais, condicionadas e/ou limitadas pela disponibilidade de luz, sais nutrientes, temperatura e salinidade (PHILIPS *et al.*, 2002). Outros processos naturais, tais como os ventos e as correntes-de-maré (SASSI, 1991; REYNOLDS, 1992) podem controlar o desenvolvimento de suas populações em ecossistemas costeiros tropicais e subtropicais, muito embora a sazonalidade, em função do regime pluviométrico e da redução da luminosidade, represente um dos principais mecanismos de controle das mesmas.

Apesar das dimensões, da importância econômica e da peculiar hidrodinâmica que a região norte apresenta, estudos sobre o plâncton ainda são escassos. Nesta região, caracterizada por uma costa extremamente irregular, recortada pela presença de numerosos estuários dominados por regimes de macromarés semidiurnas (SOUSA FILHO *et al.*, 2005), poucos são os trabalhos existentes sobre as comunidades fitoplanctônicas locais, constituindo a mesma, uma das regiões brasileiras menos estudadas no que concerne ao conhecimento da estrutura e dinâmica populacional destes organismos.

O presente trabalho visou o levantamento dos estudos referentes às comunidades fitoplanctônicas da península de Ajuruteua (situada no nordeste paraense) até o ano de 2006. Tais comunidades apresentam um número considerável de informações disponíveis sobre o fitoplâncton da região norte do país, na tentativa, através de comparações com dados obtidos em estudos previamente realizados, de traçar um padrão que permita comparar qualitativa e quantitativamente a distribuição espaço-temporal destes organismos no litoral amazônico.

Metodologia

Zona Costeira Amazônica Brasileira

A zona costeira amazônica brasileira (ZCAB) está localizada entre os paralelos 4°S e 5°N e os meridianos 43°W e 51°W, entre o Cabo Orange (Amapá) e a Ponta de Tubarão (Maranhão), medindo, cerca de, 2.250 Km de extensão, sem considerar as reentrâncias (recortadas por dezenas de estuários) e as ilhas costeiras (SOUZA FILHO *et al.*, 2005).

Comparada com outras regiões costeiras do Brasil, a ZCAB é uma região de alta energia, na qual interagem processos ambientais e sociais, como: a elevada descarga de águas continentais, a elevada descarga de partículas e sedimentos, os ventos alísios, as elevadas precipitações, as macromarés, as atividades de urbanização, *etc.*

As principais bacias hidrográficas que desembocam na Zona Costeira Amazônica Brasileira são as bacias hidrográficas do rio Amazonas, Araguaia-Tocantins, bacias costeiras do Norte e bacias costeiras do Nordeste Ocidental. Estas bacias são responsáveis pelo carreamento de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica (dissolvida, particulada) para uma área, de aproximadamente, 8.127.000 milhões de Km² da Zona Costeira Amazônica no território brasileiro (SOUZA FILHO *et al.*, 2005), cujas águas são eutróficas e fortemente influenciadas pela Corrente Norte do Brasil (CNB) (BOLTOVSKOY, 1999; SANTOS, 2000).

Entre os rios que deságuam na Plataforma Continental Amazônica (PCA), encontra-se o maior rio do mundo em termos de extensão e volume de água (o rio Amazonas), com descarga de, aproximadamente, 6,3 trilhões m³/ano, o que representa 16% do total de água doce lançada nos oceanos (OLTMAN, 1968), sendo a maior vazão registrada no mês de maio (220.000 m³/s) e a menor vazão em novembro (100.000 m³/s) (GEYER *et al.*, 1996). Esta plataforma possui uma suave declinação até a isóbata de 130 m, atingindo na frente da foz do Amazonas uma largura de 330 Km, na qual se encontra o cone do Amazonas, com comprimento de 700 Km (FLOOD & DAMUTH, 1987; VILLWOCK, 1994). Com relação

ao aporte sedimentar, a carga de sedimento do Amazonas tem sido estimada em $1,2 \times 10^9$ ton/ano, sendo considerada a segunda maior do mundo, dos quais apenas 15 a 20% atingem a zona costeira (MEADE *et al.*, 1985). Por outro lado, a contribuição dos demais rios que deságuam na linha de costa da PCA é estimada em 20 ton/ano por Km² para os rios da costa do Amapá e de 10 ton/ano por Km² para os rios da costa do Pará e Maranhão (KJERFVE *et al.*, 2002).

O clima da região é quente e úmido e o total médio de precipitação é um dos maiores do mundo, atingindo valores de 3.300 mm, com mais de 250 dias de chuva em determinadas áreas. O principal sistema meteorológico que causa as chuvas é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sendo o período chuvoso compreendido entre os meses de janeiro a maio, quando a Zona de Convergência Intertropical se move em direção à área costeira e oceânica dos estados do Maranhão, Pará e Amapá. No segundo semestre, a ZCIT desloca-se para o Hemisfério Norte e as poucas chuvas registradas neste período estão relacionadas às influências das linhas de instabilidade associadas à brisa marítima, aos vórtices ciclônicos de ar superior e às ondas de leste (FIGUEROA & NOBRE, 1990; MARENGO, 1995). A temperatura é típica de ambiente equatorial alcançando médias mensais entre 24 e 28°C, entretanto, as temperaturas máximas e mínimas podem ser superior a 30°C e inferior a 22°C. Com relação à umidade relativa, a média anual varia entre 80 e 91% (MARTORANO *et al.*, 1993).

O deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZIC) constitui um dos principais mecanismos atmosféricos de controle do regime pluviométrico na região (PROST & EL-ROBRINI, 1997). Quando este deslocamento associa-se à direção dos ventos alísios de nordeste (período chuvoso) ou de leste (período seco), com velocidades máximas de 14 m.s⁻¹ (LOPES & COHEN, 1998), ele determina as menores e maiores salinidades das águas costeiras durante o período chuvoso e seco, respectivamente (BARTHEM, 1995).

A grande quantidade de água doce descarregada pelo rio Amazonas na PCA forma uma pluma superficial de baixa salinidade próximo à sua foz ($S < 34$), alcançando centenas de quilômetros em direção ao mar aberto, e mais de 1000 Km em direção noroeste (alcançando o Atlântico Norte), cuja profundidade média é de $7,3 \pm 2,9$ m, podendo variar espaço-temporalmente (GIBBS, 1970). Para leste, a pluma do Amazonas estende-se entre 200-300 Km, de junho a dezembro, e entre 400-500 Km, de março a maio (período de maior descarga do Amazonas) (MUEHE, 1998).

As marés são semidiurnas, com alturas que podem variar entre 5 m no Pará a 12 m no Amapá (DHN, 2003), podendo adentrar dezenas de quilômetros nos estuários e rios da região. Entre as correntes costeiras, as correntes de marés são as mais importantes,

alcançando 2 m/s em frente à foz do Amazonas (BEARDSLEY *et al.*, 1995).

Na zona costeira amazônica também está inserida uma das maiores faixas contínuas de manguezal do mundo (KJERFVE *et al.*, 2002), bem como outros ambientes, como: planícies de marés, pântanos salinos e doces, planícies de inundação, estuários, praias, dunas e florestas tropicais (SOUZA FILHO, 1995). Geomorfologicamente, esta costa está constituída por feições constituídas por sedimentos do terciário e quaternário (VILLWOCK, 1994).

Além da beleza natural de seus ambientes e ecossistemas costeiros, o litoral amazônico é marcado pela presença das regiões metropolitanas de Macapá (AP), Belém (PA) e São Luis (MA), e grandes extensões de difícil acesso e/ou escassamente habitadas por populações tradicionais. Nos três grandes centros urbanos costeiros amazônicos, estão concentrados, aproximadamente, 2,8 milhões de habitantes, que através de um rápido e desordenado processo de urbanização vem gerando sérios problemas de caráter sócio-ambiental: ocupação territorial em áreas de risco, desmatamento, sobrepesca, contaminação do lençol freático, contaminação dos rios e estuários, *etc.* Este cenário de desenvolvimento convive com as políticas de preservação/conservação dos sensíveis ecossistemas costeiros e populações tradicionais, através das quais, nos últimos anos, vem sendo concretizada a implantação de numerosas unidades de conservação de uso direto e indireto.

Península de Ajuruteua

O litoral nordeste do Pará abrange cerca de 600 Km de extensão, situando-se entre a foz do rio Pará e a foz do rio Gurupi (SOUZA FILHO & EL ROBRINI, 1997). Juntamente com o litoral noroeste do Maranhão constitui o maior sistema de manguezais da costa brasileira, abrangendo uma área de aproximadamente 8.900 Km² (KJERFVE *et al.*, 2002). Esta zona está constituída por um elevado número de reentrâncias, representadas por manguezais, planícies de marés, pântanos salinos e doces, planícies de inundação, bem como por estuários, praias, dunas e florestas tropicais (SOUZA FILHO & PARADELLA, 2002). Inserida nesta região e com uma área de mangue com cerca de 166 Km², encontra-se a península de Ajuruteua (Figura 1), a qual estende-se desde a Ponta do Maiaú até a foz do rio Caeté (00°46' -1°00'S e 46°36' -46°44'W) (COHEN *et al.*, 2005), sendo caracterizada por uma costa embaiada, transgressiva e dominada por macromarés semidiurnas (SOUZA FILHO, 2001).

Esta região está caracterizada por regimes de macromarés semidiurnas com alturas de sizígia que variam entre 5 e 6 m, podendo as correntes-de-maré atingir, em alguns de seus

estuários e canais de maré, velocidades de até 1,5 m·s⁻¹ (COHEN *et al.*, 1998; DHN, 2003). A energia das preamares e as fortes correntes (especialmente durante as marés de sizígia) transportam uma elevada quantidade de sedimentos, especialmente, nas partes externas dos estuários (WOLFF *et al.*, 2000). Os ventos alísios de NE são predominantes, principalmente, entre os meses de dezembro e maio, sendo, geralmente, precedidos por eventos de calmaria quase sempre acompanhados de rajadas violentas e chuvas intensas (SILVA, 1996). Entre os meses de junho e novembro, além dos ventos NE pode-se observar a incidência de ventos que sopram de SE e E, com velocidades médias superiores às observadas durante o primeiro semestre (MONTEIRO, 2006).

O clima da região é do tipo Am² (Köppen), sendo caracterizado por ser quente, muito úmido, megatérmico e com sazonalidade bem definida, apresentando duas estações: a estação de estiagem (“verão”) observada durante os meses de junho a novembro e a estação chuvosa (“inverno”) de dezembro a maio e com pluviosidade média anual variando de 2.500 a 3.000 mm·ano⁻¹ (MARTORANO *et al.*, 1993). Entretanto, na região observa-se ainda um período de transição entre as duas estações durante o ano. A variação média da temperatura encontra-se em torno de 21,1 e 30,9°C, com média de 25,7°C. O regime pluviométrico é o grande responsável por essa variação térmica, juntamente com a umidade relativa do ar, que oscila entre 80 e 91% (MARTORANO *et al.*, 1993).

Geomorfologicamente, a península de Ajuruteua apresenta um alto platô costeiro, cuja altitude fica entre 50 e 60 m, começando no interior em direção ao litoral. Constitui-se, predominantemente, de sedimentos do final do Mioceno e início do Pleistoceno (SOUZA FILHO & EL-ROBRINI, 1997). A estratigrafia da sedimentação holocênica desta planície identifica uma seqüência basal transgressiva, constituída por lama e areia de origem marinha/estuarina e uma seqüência regressiva, de lama orgânica de pântano salgado e planície de maré, posicionada atrás de um cordão arenoso transgressivo (SOUZA FILHO, 1995).

A península de Ajuruteua está representada por uma vegetação de terra firme, planície herbácea, manguezal, manguezal degradado e restinga (COHEN *et al.*, 2002), destacando-se entre a vegetação de mangue, as espécies *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) L. e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (KRAUSE, 2001), além de *Spartina alterniflora* Loiseleur e *Conocarpus erectus* L. A vegetação de campo nos pântanos salinos é composta por *Aleucharias* sp. (juncos), enquanto que nos *cheniers* e campos de dunas observa-se vegetação arbustiva e rasteira (SOUZA FILHO & EL-ROBRINI, 1996).

Levantamento de Dados e Métodos de Coleta e Análise

Os dados apresentados neste capítulo foram obtidos a partir do levantamento de informações pretéritas disponíveis em bases de dados gerados pela equipe do Laboratório de Plâncton e Cultivo de Microalgas (LPCM) da Universidade Federal do Pará (Campus de

Bragança), a qual vem trabalhando na zona costeira do nordeste do Pará, especialmente na Planície Costeira Bragantina.

Estes dados foram resultantes de estudos sobre a composição e distribuição espacial e/ou temporal do microfítotoplâncton no estuário do rio Caeté, na Praia de Ajuruteua e na Ilha Canela. As coletas foram realizadas durante os períodos de maré enchente e vazante, abrangendo um ciclo anual no estuário do Caeté [Praia de Ajuruteua (A), Furo da Ostra (B) e Furo Grande (C)] ou durante os diferentes períodos sazonais (estiagem e chuvoso), através de coletas nictemerais (24 horas) realizadas em intervalos de 3 horas [Baía do Caeté (D) e Ilha Canela (E)] (Figura 1).

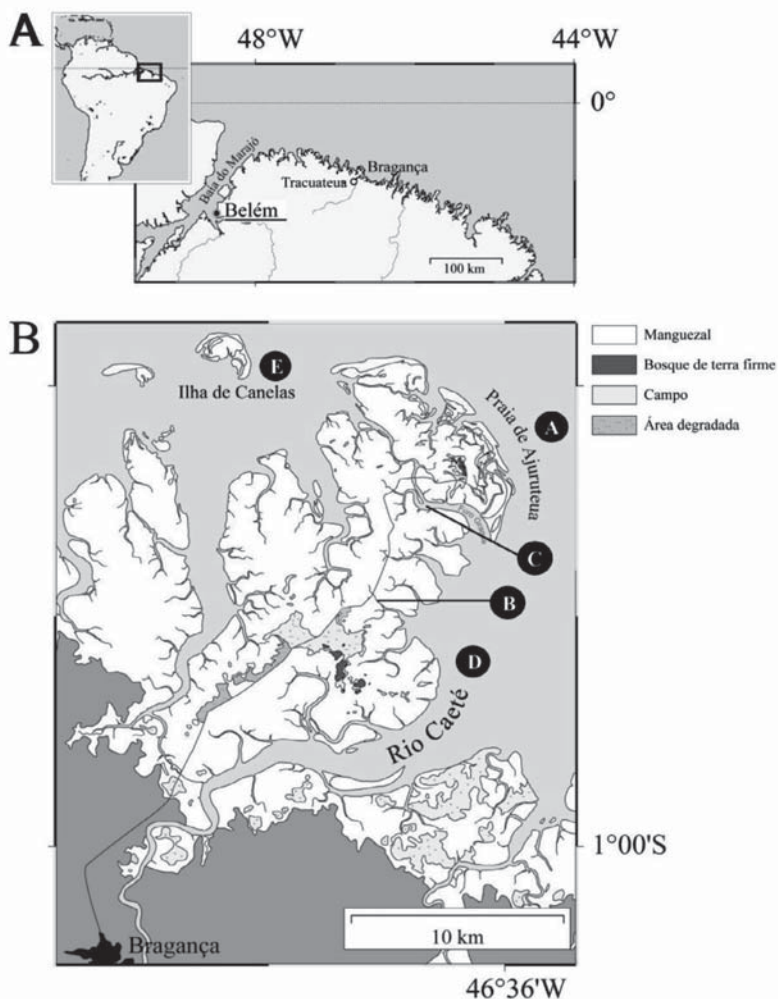


Figura 1 - Planície Costeira Bragantina com as diferentes estações de coleta (Modificado do Projeto MADAM, dados não publicados).

As amostras foram coletadas através de redes de plâncton de 64 µm de abertura de malha (estudo qualitativo) ou através da coleta de água superficial por meio de recipientes plásticos (estudo quantitativo), sendo as amostras posteriormente fixadas com formol neutro a 4% ou lugol, respectivamente.

Para determinação dos diferentes táxons (análise qualitativa) foram utilizados os trabalhos de Cupp (1943), Desikachary (1959), Drebes (1974), Sournia (1986), Ricard (1987), Chrétiennot-Dinet (1990), Round *et al.* (1990), Steindinger & Tangen (1997), Tomas (1997). Os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível.

A abundância relativa de cada táxon identificado, expressa em termos de porcentagem, foi calculada por meio da seguinte equação:

$$A = \frac{N \times 100}{n}$$

onde:

A = abundância relativa,

N = número de indivíduos de uma determinada espécie na amostra e

n = número total de indivíduos.

Após a contagem dos 100 primeiros organismos encontrados em lâminas, calculou-se a abundância relativa e adotou-se as seguintes categorias (LOBO & LEIGHTON, 1986): dominante (> 70%), abundante ($\leq 70\%$ e > 40%), pouco abundante ($\leq 40\%$ e > 10%) e rara ($\leq 10\%$).

Para determinação da frequência de ocorrência dos diferentes táxons, também em termos de porcentagem, empregou-se a seguinte equação:

$$F = \frac{M \times 100}{m}$$

onde:

F = frequência de ocorrência,

M = número de amostras contendo uma determinada espécie,

m = número total de amostras coletadas.

As espécies identificadas foram classificadas, de acordo com sua frequência de ocorrência, nas categorias adotadas por Mateucci & Colma (1982): muito frequentes (>70%), frequentes (<70 e >40%), pouco frequentes (<40 e >10%) e esporádicas (<10%).

Resultados e Discussão

Ilha Canela

Nos estudos realizados na Ilha Canela, o microfitoplâncton constituiu-se por 130 táxons distribuídos entre as divisões Cyanophyta, Dinophyta e Bacillariophyta, esta última, representada por 115 táxons, demonstrando assim a dominância qualitativa deste grupo no ecossistema em estudo (Apêndice 1).

Foram registrados 122 táxons durante o período estiagem e 109 táxons no período chuvoso, sendo o número de espécies identificadas durante o dia superior ao observado durante o período noturno. O menor número de espécies (n=60) ocorreu durante o período chuvoso, enquanto que o maior número (n=86) foi obtido durante o período menos chuvoso.

As diatomáceas estavam distribuídas em três classes, 10 sub-classes, 19 ordens, duas sub-ordens, 28 famílias, 47 gêneros, 86 espécies, 26 morfo-espécies e três variedades, sendo os gêneros *Chaetoceros* (n=21), *Coscinodiscus* (n=13), *Thalassiosira* (n=6) e *Odontella* (n=5), os mais representativos. As Dinophyta estavam representadas por uma classe, quatro ordens, sete famílias, sete gêneros, cinco espécies, seis morfo-espécies e duas variedades, enquanto que as Cyanophyta constituíram o grupo de menor representatividade com apenas uma classe, uma ordem, uma família e duas morfo-espécies.

Biddulphia obtusa, *Biddulphia* sp., *B. tuomey*, *Cerataulina pelagica*, *Ceratium tripos* var. *tripos*, *Chaetoceros compressus*, *C. gracilis*, *C. mitra*, *C. teres*, *C. tortissimus*, *Coscinodiscus granii*, *Coscinodiscus* sp 2, *Eunotia* sp., *Guinardia cylindrus*, *Navicula* sp 3., *Pleurosigma* var. *quadrata*, *Podolampas* sp., *Prorocentrum* sp., *Triceratium biquadratum* e *T. pentacrinus* ocorreram apenas durante o período de estiagem. Por outro lado, *Actinoptychus splendens*, *Coscinodiscus thorii*, *Ceratium macroceros*, *Ditylum sol*, *Palmeria hardmanniana*, *Rhizosolenia bergonii* e *Terpsinoe musica* ocorreram apenas durante o período chuvoso.

Quanto à frequência de ocorrência das espécies identificadas, foi possível constatar que a maioria das mesmas foi esporádica (36,9%), seguida pelas espécies muito frequentes (27,7%), pouco frequentes (20,8%) e frequentes (14,6%). As espécies *Asterionellopsis glacialis*, *Campylosira cymbelliformis*, *Dimeregramma minor*, *Ditylum brightwellii*, *Odontella regia*, *Skeletonema* spp., *Thalassionema frauenfeldii* e *Thalassiosira subtilis* estavam presentes em 100% das amostras.

As espécies abundantes e pouco abundantes durante os períodos estudados foram: *Asterionellopsis glacialis*, *Dimeregramma minor*, *Skeletonema* spp. e *Thalassiosira subtilis*.

Cerca de 75% das espécies identificadas constituem espécies marinhas planctônicas, dentre as quais, 47,2% são neríticas, 32,0% oceânicas e 20,8% nerito-oceânicas. As espécies marinhas litorais ou ticoplanctônicas representaram 20,0% da flora local.

Praia de Ajuruteua

Na praia de Ajuruteua (em três estações de coleta), o microfitoplâncton estava representado por 123 táxons, distribuídos em 39 famílias e 58 gêneros, pertencentes às divisões Cyanophyta, Dinophyta e Bacillariophyta. O número de espécies identificadas nos diferentes períodos sazonais foi similar, sendo registradas 107 espécies durante o período de estiagem e 106 espécies no período chuvoso. Em ambos os períodos as diatomáceas constituíram o grupo qualitativamente dominante, representando aproximadamente 90% dos organismos identificados. O menor número de espécies (n=39) foi nos meses de fevereiro/05 (período chuvoso) e setembro/04 (período de estiagem), respectivamente, enquanto que o maior número foi observado no mês de maio/05 (n=77).

As diatomáceas estavam representadas por três classes, 10 subclasses, 22 ordens, duas subordens, 31 famílias, 50 gêneros e 111 táxons, sendo as famílias Chaetoceraceae (n=24), Coscinodiscaceae (n=14), Triceratiaceae (n=11), Rhizosoleniaceae (n=10), Bacillariaceae (n=6) e Thalassiosiraceae (n=6) as mais representativas. Os gêneros *Chaetoceros* e *Coscinodiscus* apresentaram o maior número de espécies, com 20 e 13 espécies, respectivamente.

Os dinoflagelados e as cianofíceas apresentaram uma menor representatividade, sendo representados por 11 táxons e uma única espécie (*Oscillatoria* sp.), respectivamente.

As espécies marinhas planctônicas representaram cerca de 80% dos táxons identificados, dentre os quais 35% constituíram espécies neríticas, 17% nerito-oceânicas e 30% oceânicas. As espécies marinhas litorais (ticoplanctônicas) representaram cerca de 20% do total de táxons identificados.

A maioria das espécies identificadas foi pouco frequente, seguida pelas espécies esporádicas, frequentes e muito frequentes. As espécies *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Chaetoceros peruvianus*, *Dimeregramma minor*, *Ditylum brightwellii*, *Skeletonema* spp. estavam presentes em todas as amostras analisadas.

A. glacialis, *Ceratium fusus*, *Chaetoceros peruvianus*, *D. minor*, *Odontella regia*, *Odontella sinensis*, *Oscillatoria* sp., *Skeletonema* spp. e *Thalassiosira subtilis* oscilaram entre abundante e pouco abundantes. As demais espécies foram consideradas raras. As espécies do complexo *Skeletonema* spp. estavam bem representadas em todos os períodos sazonais e em todos os pontos de amostragem, sendo classificadas como abundantes ou pouco abundantes.

Estuário do Caeté (Furo da Ostra, Furo Grande e Baía do Caeté)

No Furo da Ostra, no estuário do Caeté, foram identificadas 89 espécies, das quais 2,25% foram dinoflagelados, 3,37% cianofíceas e 94,38% estiveram representadas por diatomáceas. No Furo Grande foram registradas 123 espécies, sendo as diatomáceas as mais abundantes com cerca de 90%, enquanto que as cianofíceas e os dinoflagelados mantiveram valores discretos (aproximadamente 4% e 3%, respectivamente).

Das 89 espécies identificadas no Furo da Ostra, 26 foram muito frequentes (30%), 20 pouco frequentes (22%), 25 frequentes (28%) e 18 esporádicas (20%). Destacaram-se *Coscinodiscus* sp., *Coscinodiscus oculusiridis*, *Coscinodiscus centralis*, *Coscinodiscus janischii*, *Thalassionema nitzschioides*, *Rhizosolenia setigera*, *Odontella mobilienses*, *Odontella regia*, *Nitzschia longissima* e *Skeletonema* spp. com 100% de frequência.

Por outro lado, no Furo Grande, das 123 espécies registradas, 34 foram muito frequentes (30%), 31 pouco frequentes (22%), 27 frequentes (28%) e 31 esporádicas (20%). As espécies com 100% de frequência foram *Coscinodiscus* sp., *Coscinodiscus oculusiridis*, *Coscinodiscus janischii*, *Rhizosolenia setigera*, *Odontella mobilienses*, *Odontella sinenses*, *Triceratium favus* e *Skeletonema* spp.

Dentre as espécies consideradas pouco frequentes estiveram aquelas que são francamente neríticas ou limnéticas, ou ainda, espécies ticoplanctônicas que são epífitas ou sedimentadas, mas podem conservar-se, por algum tempo, no meio planctônico. Este fato pode ser justificado pela forte hidrodinâmica verificada no local.

Nos estudos realizados na Baía do Caeté foram observados 82 táxons pertencentes a 42 gêneros distribuídos entre quatro divisões (Cyanophyta, Chrysophyta, Dinophyta e Bacillariophyta). A divisão Bacillariophyta foi a mais representativa com 71 espécies, representando 86,59% de toda a composição florística da área em estudo. A divisão Dinophyta apresentou em torno de 9,7% (8 spp.) das espécies identificadas, seguida pelas divisões Cyanophyta e Chrysophyta, as quais representaram juntas representam ao redor de 3,6%.

No período chuvoso, a divisão Bacillariophyta foi a mais representativa com aproximadamente 83% (36 spp.), sendo a divisão Cyanophyta a menos representativa com apenas 4,6% (2 spp.) das espécies. No período de transição (junho/2000), a divisão Bacillariophyta também foi a mais representativa, com quase 90% das espécies (34 spp.), enquanto que as divisões Cyanophyta e Dinophyta (5,26% cada) tiveram a menor representatividade. Para o período chuvoso e de transição não foi registrada a presença de espécies pertencentes à divisão Chrysophyta. No período de estiagem foram registradas quatro divisões, sendo a divisão Bacillariophyta a de maior representatividade com 86,9% (60 spp.) em contraposição à divisão Chrysophyta, a qual apresentou apenas 1,45% (1 sp.) das espécies identificadas.

Quanto à abundância relativa dos táxons, no período chuvoso, apenas *Skeletonema* spp. e *Plagiogramma brockmanni* formaram o grupo das espécies abundantes. *Coscinodiscus granii* (35,32%) *Coscinodiscus stellaris* (13,95 a 21,83%), *Biddulphia regia* (16,56 a 20,28%) e *Thalassionema nitzschioides* (28,25%), além de outras que se destacaram como espécies pouco abundantes. As demais espécies foram raras.

No período seco, apenas espécies do complexo *Skeletonema* spp. foram classificadas como dominantes (77,97% a 51,35%). *Thalassiosira* sp.2 foi classificada como pouco abundante (11,31%), sendo as demais espécies raras.

Em relação às frequências de ocorrência, no período chuvoso, 10 espécies de diatomáceas foram classificadas na categoria de muito frequente, com 23,26% da flora planctônica identificada (*B. regia*, *C. granii*, *C. stellares*, *Coscinodiscus* sp. e *R. pungens* com 100%; *Pleurosigma* sp. e *Skeletonema* spp. com 91,67%). Observou-se como espécies frequentes (11,63% da flora), três diatomáceas (*Nitzschia longissima* com 58,33%, *Melosira* sp. com 50,00% e *Navicula* sp. com 41,67%) e dois dinoflagelados (*Ceratium lineatum* com 66,67% e *Ceratium fusus* com 58,33%). Na categoria pouco frequente, observou-se 17 espécies (39,53% da flora) distribuídas entre as diatomáceas (14 spp. com 25%), cianofíceas (2 spp. com 16,67%) e dinoflagelados (1 spp. com 16,67%). O restante das espécies foi enquadrado na categoria “esporádica”, sendo registradas 10 diatomáceas e um dinoflagelado com frequência de ocorrência de 8,33%, cada espécie.

No período de estiagem, 21 diatomáceas foram classificadas na categoria de muito frequentes (30,43% da flora planctônica), sendo 7 espécies com 100% de frequência de ocorrência (*Chaetoceros* c. f. *abnormis*, *C. peruvianus*, *L. minimus*, *N. longissima*, *Rhizosolenia* sp., *Skeletonema* spp. e *T. nitzschioides*) e as demais (14 spp.) com valores entre 75 e 91,67%. Como espécies frequentes (15,94% da flora), observou-se 10 diatomáceas (*C.*

closterium e *Detonulla confervacea* com 66,67%, *R. pungens* com 58,33%, *Coscinodiscus* sp. e *Leptocylindrus danicus* com 50%) e uma cianofíceia (*Anabaena* sp. com 66,67%). Como pouco frequentes (24,64% da flora) foram classificadas 14 espécies de diatomáceas (*R. stoltherfothii* com 33,33%, *Bidduphia* sp., *Paralia sulcata*, *Rhizosolenia setigera* com 25%, etc), uma cianofíceia (*Oscillatoria* sp. com 16,67%) e 2 dinoflagelados (*C. fusus* e *Peridinium* sp. com frequências de ocorrências 33,33 e 16,67%, respectivamente). Vinte espécies foram esporádicas com 8,33% de frequência, sendo dois dinoflagelados (*C. lineatum* e *P. claudicans*) e 18 diatomáceas.

A maioria dos trabalhos realizados na zona costeira amazônica está relacionada às regiões costeiras e da plataforma continental sob influência da pluma amazônica, sendo a flora planctônica dominada qualitativamente pelas diatomáceas e pelos dinoflagelados (MÜLLER-MELCHERS, 1957; WOOD, 1966; SILVA-CUNHA *et al.*, 1991; MOREIRA FILHO *et al.*, 1999; BENÍCIO, 2002; SOUZA, 2002; SOUSA *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2005), enquanto que a fração do nanoplâncton constitui a parcela quantitativa de maior representatividade, constituindo cerca de 90% do fitoplâncton total (PAIVA, 2001).

Alguns autores demonstraram também que os valores mais elevados de densidade celular e produção fitoplanctônica estão associados às áreas costeiras caracterizadas por uma baixa turbidez (WOOD, 1966), observando-se uma redução progressiva na produção primária e no número de organismos por litro da área costeira para a região oceânica (RYTHER *et al.*, 1967).

Quanto à sazonalidade, Smith & Demaster (1996) constataram que a produção primária e a biomassa fitoplanctônica, em termos de clorofila *a*, na plataforma continental sob a influência da descarga do rio Amazonas apresentou suas maiores concentrações, no período de maior precipitação pluviométrica, nas regiões diretamente afetadas pela pluma amazônica.

Na região estuarina do estado do Pará, estudos realizados sobre a composição e a biomassa do fitoplâncton demonstraram também o predomínio qualitativo das diatomáceas, as quais apresentaram mais de 55% das espécies identificadas (PAIVA, 1991; PINHEIRO & MENDONÇA, 2002), sendo este grupo, em alguns estudos, compreendido por mais de 80% dos organismos identificados (SANTANA *et al.*, 2003a, b; SHIMPO, 2003; CARMONA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2005d). Por outro lado, os fitoflagelados, uma vez mais, constituíram a fração quantitativamente dominante (MELO *et al.*, 2005; COSTA, 2006; SOUSA, 2006). Na zona de arrebentação de diversas praias da região costeira foram observadas densidades celulares mais elevadas durante o período chuvoso (COSTA, 2006;

SOUSA, 2006), enquanto que na região estuarina estes valores foram mais elevados durante o período seco (SANTANA, 2004) ou durante o período de transição (dados não publicados), como observado nas regiões nordeste e sul do Brasil (ODEBRECHT & ABREU, 1998; ESKINAZI-LEÇA *et al.*, 2004)

Considerações Finais e Perspectivas

Como é possível observar a partir dos resultados descritos no presente levantamento, são poucos os trabalhos científicos (divulgados em veículos de ampla circulação) sobre a composição e distribuição espacial e temporal dos organismos fitoplanctônicos no litoral amazônico e mais especificamente na Planície Costeira Bragantina.

Embora esteja disponível um expressivo número de bibliografias sobre o assunto em questão, é possível constatar que o impacto científico das mesmas é relativamente incipiente. Esta característica está intimamente relacionada ao tipo de trabalhos (geralmente relacionados à composição florística, densidade celular e distribuição de espécies) e às metodologias de trabalho empregadas (microscopia óptica convencional). Embora sejam completamente válidas (seguindo-se critérios da UNESCO, por exemplo) e tenham proporcionado o desenvolvimento das maiores obras científicas sobre a taxonomia do fitoplâncton no mundo, carecem de robustez para publicações internacionais em revistas de peso quando da ocorrência e descrição de uma nova espécie, principalmente por grupos de pesquisa emergentes. Atualmente, os artigos relacionados a estudos taxonômicos vêm empregando técnicas de microscopia eletrônica de varredura e transmissão e/ou dados de biologia molecular para dar maior suporte aos resultados obtidos. Esta tem sido uma tendência mundial e muitas vezes um fator limitante para publicação de artigos internacionais por parte de pesquisadores brasileiros. Investimentos na área de microscopia eletrônica em diferentes regiões do país e a criação de redes temáticas com suporte orçamentário definidos para os diferentes grupos que desenvolvem este tipo de trabalho podem constituir um grande avanço científico em várias regiões do país, principalmente na região norte, onde o acesso aos mesmos é pontual ou restrito.

Outro problema enfrentado pelos pesquisadores da região norte diz respeito às dimensões dos estados pertencentes à mesma e às dificuldades logísticas enfrentadas para execução de trabalhos em seus diferentes ecossistemas. Embora possa parecer um problema de fácil solução, infelizmente isto não é real, pois os custos despendidos para execução de trabalhos de campo no litoral da região norte superam, em muitas vezes, os custos despendidos em pequenas regiões do país.

Outro aspecto que pode ser observado é o fortalecimento dos grupos de pesquisa em plâncton na região amazônica, os quais apresentam uma elevada carência de recursos humanos qualificados, principalmente em nível de Doutorado. Este quadro vem sendo modificado, nos últimos anos, em decorrência do apoio das diferentes IES da região e dos órgãos de fomento nacionais, tais como o CNPq e CAPES. Esse apoio tem sido oferecido por intermédio de iniciativas referentes à formação e fixação de recursos humanos, através do Plano Nacional de Pós-graduação 2005-2007 (PNPG 2005-210), do Acelera Amazônia e da concessão de bolsas de Desenvolvimento Científico Regional e de bolsas para recém-doutores que desejam se instalar na região. Não obstante, a implementação de programas institucionais de fixação de doutores, através de um planejamento conjunto para contratação definitiva dos mesmos (MEC/IES), poderia promover um grande avanço nas diferentes áreas da Oceanografia, bem como em outras áreas correlatas.

Referências

AVARIA, S.; CÁCERES, C.; MUÑOZ, P. Distribución del microfitoplancton marino entre el golfo Corcovado y el estero elefantes en la primavera de 1998 y en el verano de 1999 (Crucero CIMAR 4 FIORDOS). *Ciencia y Tecnología del Mar*, v. 27, n. 1, p. 17-47, 2004.

BADYLAK, S.; PHILIPS, E. J. Spatial and temporal patterns of phytoplankton composition in a subtropical coastal lagoon, the Indian River Lagoon, Florida, USA. *Journal of Plankton Research*, v. 26, n. 10, p. 1229-1247, 2004.

BARTHEM, R. B. Development of commercial fisheries in the Amazon basin and consequences for fish stocks and subsistence fishing. In: CLÜSENER-GOOT, M. & SACHS, I. (Eds.). *Brazilian perspectives on sustainable development of the Amazon Region*. UNESCO, 1995.

BEARDSLEY, R. C.; CANDELA, J.; LIMEBURNER, R.; GEYER, W. R.; LENTZ, S. J.; CASTRO, B. M.; CACCHIONE, D.; CARNEIRO, N. The M2 tide on the Amazon shelf. *Journal of Geophysical Research*, v. 100 (C2), p. 2283-2319, 1995.

BENÍCIO, M. C. S. Distribuição espaço-temporal dos organismos fitoplanctônicos ao largo da costa do Estado do Amapá-Operações Norte II e III (REVIZEE/SCORE-NO). 2002. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

BOLTOVSKOY, D. *South atlantic zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden. 1705 p. 1999.

BRANDINI, F. P. Variação nictemeral de alguns fatores ecológicos na região de Cananéia. Arquivos de Biologia e Tecnologia, v. 25, p. 313-327, 1982.

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil: diagnose e re visão bibliográfica. MMA, CIRM, FEMAR, 196 p. 1997.

CARLSSON, P.; GRANÉLI, E.; FINENKO, G.; MAESTRINI, S. Y. Copepod grazing on a phytoplankton community containing the toxic dinoflagellate *Dinophysis acuminata*. Journal of Plankton Research, 17: 1925-1938, 1995.

CARMONA, P. A.; PEREIRA, L. C. C.; MONTEIRO, V. F.; PINHEIRO, S. C. C.; RIBEIRO, M de J. S.; COSTA, R. M. da. Variação espaço-temporal do microfitoplâncton do Furo Grande (Estuário do Rio Caeté), Pará-Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA/XVI SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 1, 2004, Itajaí (SC). Resumos. Itajaí: CBO, p. 119, 2004.

CHRÉTIENNOT-DINET, M. J. Introduction, Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglenophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnesiophycées, Rhodophycées, Tribophycées. Atlas du phytoplancton marin. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, v. 3, 261 p. 1990.

COHEN, M. C. L.; LARA, R. J.; RAMOS, J. F. F.; DITTMAR, T. Factors influencing the variability of Mg, Ca and K in waters of a mangrove creek, in Bragança, north Brazil. Mangrove and Salt Marshes, v. 44, p. 1-7, 1998.

COHEN, M. C. L.; LARA, R. J.; BEHLING, H. O Atual Aumento do Nível Relativo do Mar e a Pequenedade do Gelo: Evidências nos Depósitos Sedimentares do Manguezal de Bragança (Norte do Brasil). In: WORKSHOP ECOLAB-ECOSSISTEMAS COSTEIROS AMAZÔNICOS DO CONHECIMENTO À GESTÃO, 4, 2002, Belém (PA). Trabalhos completos. Belém: ECOLAB 1 CD ROM, 2002.

COHEN, M. C. L.; SOUZA FILHO, P. W. M.; LARA, R. J.; BEHLING, H.; ÂNGULO, R. J. A model of Holocene mangrove development and relative sea-level changes on the Bragança Peninsula (northern Brazil). Wetlands Ecology and Management, v. 13, p. 433-443, 2005.

COSTA, V. B. Composição, ecologia e distribuição espaço - temporal do fitoplâncton da praia de Ajuruteua (Bragança/Pará). Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) – Campus de Bragança, Universidade Federal do Pará, Bragança, 78 p. 2006.

COSTA, B. O.; PAIVA, R. S.; BARBOSA, C. M.; MELO, N. F. A. C. de; PALHETA, G. D. A.; SOUSA, E. B. de. Variação nictemeral do fitoplâncton do estuário do rio Curuçá (Pará)

durante o período chuvoso. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, Fortaleza (CE). Anais... Fortaleza: COMBEP. 1 CD ROM, 2005.

CUPP, E. E. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Otto Koeltz Science Publishers, P. O. Box 1380, D-624 Koenigstein/W-Germany, 233 p. 1943.

DESIKACHARY, T. S. Cyanophyta. New Delhi. Indian. Council of Agricultura Research, 686 p. 1959.

DHN. DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. Tábuas de marés para 2003. Costa do Brasil e alguns portos estrangeiros. Niterói-RJ. Marinha do Brasil. DHN, 2003.

DREBES, G. Marines phytoplankton: Eine Auswahl der Helgoländer Planktonalgen (Diatomeen, Peridineen). Georg Thieme Verlag Stuttgart 1964, 186 p. 1974.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M.L.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. In: ESKINAZI-LEÇA; E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (orgs.). Oceanografia um cenário tropical. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p. 353-373. 2004.

FIGUEROA, S. N.; NOBRE, C. A. Precipitation's distribution over Central and Western Tropical South América. Climanálise – Boletim de Monitoramento e Análise Climática, v. 5, n. 6, p. 36-45, 1990.

FLOOD, R. D.; DAMUTH, J. E. Quantitative characteristics of sinuous distributary channels on the Amazon Deep-Sea Fan. Geol. Soc. Amer. Bull, n. 98, p. 728-738, 1987.

FRANCOS, M. S. Variações diárias sazonais (verão e inverno) do “Standing-Stock” do fitoplâncton e da biomassa em termos de clorofila *a* em duas estações fixas costeiras na região de Ubatuba: lat. 23°31'S-long. 45°05'W e lat. 23°51'S-long. 44°56'W. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, São Paulo, 123 p. 1996.

FRIEDRICH, M. A. M.; HOFMANN, E. E. Physical control of biological processes in the central equatorial Pacific Ocean. Deep- Sea Research I, v. 48, p. 1023-1069, 1989.

GEYER, W.R.; BEARDSLEY, R.C.; LENTZ, S.J.; CANDELA, J.; LIMEBURNER, R.; JOHNS, W. E.; CASTRO, B. M.; SOARES, I. D. Physical oceanography of the Amazon shelf. Continental Shelf Research, n. 16, p. 575-616, 1996.

GIANESELLA, S. M. F. et al. Assessment of plankton community and environmental conditions in São Sabastião channel prior to the construction of a produced water outfall.

Revista Brasileira de Oceanografia, v. 47, p. 29-46, 1999.

GIBBS, R. J. Circulation in the Amazon river Estuary and adjacent Atlantic Ocean. *J. Mar. Research*, v. 28, p. 113-123, 1970.

HOECK, C. Van de; MANN, D. G.; JAHNS, H. M. *Algae, an introduction to phycology*. New York: Cambridge University Press, 623 p. 1995.

KJERFVE, B.; PERILLO, G. M. E.; GARDNER, L. R.; RINE, J. M.; DIAS, G. T. M.; MOCHEL, F. R. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: HEALY, T. R.; WANG, Y. & HEALY, J-A. (Eds.). *Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Functions*. Amsterdam: Elsevier, p. 479-532. 2002.

KOENING, M. L. Ecologia e dinâmica do fitoplâncton no estuário do Rio Ipojuca, após a implantação do Porto de Suape (PE-Brasil). Tese (Doutorado) - Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 263 p. 1997.

KRAUSE, G. Geografia e dinâmica costeira da Ilha Canela. In: SHORIES, D.; GORAYEB, I. *A biodiversidade e a comunidade de pescadores na ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil)*. MCT/Museu Goeldi, Belém, Pará. 1 CD-ROM, 2001.

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

LALLI, C.M.; PARSONS, T.R. *Biological oceanography: an introduction*. Elsevier Science Inc., New York, 320 p. 1993.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biología Marina*, v. 22, n. 1, p.1-29, 1986.

LOPES, G. M.; COHEN, J. C. P. Distribuição do vento coletado a bordo do Navio Oceanográfico Antares na área Norte do programa REVIZEE nos períodos chuvoso de 1995 e menos chuvoso de 1997. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., Brasília (DF). Anais... Brasília: FLISMET. 1 CD ROM, 1998.

MALONE, T. C. Algal Size. In: MORRIS, I. (Ed.). *The physiological ecology of phytoplankton*. Studies in Ecology vol. 7, Los Angeles: University California Press, p. 433-463. 1980.

MARENGO, J. Interannual variability of deep convection in the tropical South American sector as deduced from ISCCP C2 data. *International Journal Climatology*, v. 15, n. 9, p. 995-1010, 1995.

MARTORANO, L.G.; PERREIRA, L.C.; CÉSAR, E.G.M.; PEREIRA, I.C.B. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thorntwhite Mather). Belém, SUDAM/EMBRAPA, SNLCS, 53 p. 1993.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La Metodología para el estudio de la vegetación. *Colection de Monografías Científicas. Série Biología*, v. 22, n. 1, p.1-168, 1982.

MEADE, R. H.; DUNE, T.; RICHEY, J. E. Storage and remobilization of suspended sediment in the lower Amazon River of Brazil. *Science*, v. 228, p. 488-490, 1985.

MELO, N. F. A. C.; PAIVA, R. S.; SILVA, M. M. T. da. Variação diurna da densidade planctônica na região intertidal da praia de Ajuruteua (Bragança-Pará). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais*, Belém-Pará, v. 1, n. 2, p. 153-180, 2005.

MONTEIRO, M. C. Estudo morfodinâmico de uma praia de macromaré no litoral amazonico, Ajuruteua-PA (Brasil). 2006. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências. Universidade Federal do Pará, Pará, 2006.

MOREIRA FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; CUNHA, J. A. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (*Chrysophyta -Bacillariophyceae*) marinhas e estuarinas nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, v. 27, n. 1, p. 55-90, 1999.

MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S. B & GUERRA, A. J. T (Eds.). *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 274-349. 1998.

MÜLLER-MELCHERS, F. C. Plankton diatoms of the Toko-Marú voyage (Brazil Coast). *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, São Paulo, v. 7, p. 111-136, 1957.

MURRELL, M. C.; LORES, E. M. Phytoplankton and zooplankton seasonal dynamics in a subtropical estuary: importance of cyanobacteria. *Journal of Plankton Research*, v. 26, n. 3, p. 371-382, 2004.

ODEBRECHT, C.; ABREU, P. C. Microalgas. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J. P. (Eds). *Os ecossistemas costeiro e estuarino do extremo sul do Brasil*. Rio Grande: Editora Ecocientia, p. 36-40. 1997.

OLTMAN, R. E. Reconnaissance investigation of discharge and water quality of the Amazon

River. US. Geological Survey. Circular 552. Washington D.C, 16 p. 1968.

PAIVA, R. S. Composição e biomassa do fitoplâncton da baía do Guajará (Pará – Brasil). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 195 p. 1991.

PAIVA, R. S. Parâmetros físicos, químicos, biomassa e produção primária do fitoplâncton na Plataforma Continental Amazônica. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 154 p. 2001.

PARSONS, T.R.; TAKAHASHI, M. Biological Oceanographic Processes. Pergamon Press, 186 p. 1975.

PASSAVANTE, J. Z. de O. Estudos ecológicos da região de Itamaracá Pernambuco, Brasil. XIX. Biomassa do nano e microfitoplâncton do Canal de Santa Cruz. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, v. 16, p. 105-156, 1981.

PHLIPS, E. J.; BADYLAK, S.; GROSSKOPF, T. Factors affecting the abundance of phytoplankton in a restricted subtropical lagoon, the Indian River Lagoon, Florida, USA. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 55, p. 385-402, 2002.

PINHEIRO, M.V.; MENDONÇA, G.A.F. Levantamento preliminar da diatomoflora do estuário do rio Marapanim – Pa. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, 2002.

PROST, M. T.; EL-ROBRINI, M. Aplicações de imagens radar para o estudo do meio ambiente na desembocadura do rio Amazonas e do NE do Estado do Pará. Relatório Técnico. Relatório Anual das Atividades Técnico- Científicas do Convênio CAPES- COFECUB, 189 p. 1997.

RAYMONT, J. E. G. Plankton and productivity in the oceans. Phytoplankton. Pergamon Press, Oxford, 489 p. 1980.

REYNOLDS, C. S. Dynamics, selection and composition of phytoplankton in relation to vertical structure in lakes. Archieve Hydrobiology, v. 35. p. 13-31, 1992

REZENDE, K. R. V.; BRANDINI, F. P. Variação sazonal do fitoplâncton na zona de arrebentação na Praia de Pontal do Sul (Pontal do Paraná, PR). Neritica, v. 11, p. 50- 78, 1997.

RICARD, M. Introduction, Diatomophycées. Atlas du phytoplankton marin. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, v. 2, 297 p. 1987.

ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M.; MANN, D.G. The Diatoms: Biology & morphology of the genera. Cambridge University Press, 747 p. 1990.

ROY, R.; PRATHIARY, A.; MANGESH, G.; NAQVI, S. W. A. Spatial variation of phytoplankton pigments along the southwest coast of India. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 69, p. 189-195, 2006.

RYTHER, J. H.; MENZEL, D. W.; CORWIN, N. Influence of the Amazon river outflow on the ecology of the western tropical Atlantic: 1. Hydrography and nutrient chemistry. *Journal of Marine Research*, v. 25, p. 69-83, 1967.

SANTANA, D. S. Composição florística e variação espaço-temporal dos parâmetros ambientais e da biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Marapanim (Pará, Brasil) - Dissertação (Mestrado Biologia Ambiental) – Campus Universitário de Bragança, Universidade Federal do Pará, Bragança, 113 p. 2004.

SANTANA, D. S.; PAIVA, R. S.; COSTA, R. M. A. Levantamento preliminar da composição florística do microfitoplâncton do estuário do rio Marapanim (Pará/ Brasil). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54. Belém (PA). Resumos. Belém: CNB 2003. 1 CD ROM, 2003a.

SANTANA, D. S.; PAIVA, R. S.; MELO, N. F. A. C. Diatomáceas cêntricas da região intertidal da praia de Ajuruteua (Bragança-Pará). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54. Belém (PA). Resumos. Belém: CNB 2003. 1 CD ROM, 2003b.

SANTOS, M. L. S. Influência dos rios Amazonas e Pará sobre a biomassa fitoplanctônica. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 105 p. 2000.

SASSI, R. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary, northeastern Brazil: Composition, distribution and quantitative remarks. *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, v. 39, n. 2, p. 93- 115, 1991

SHIMPO, E. D. Análise preliminar da composição florística e abundância relativa das espécies de fitoplanctônicas do estuário do rio Guajará-mirim, no Município de Vigia (Pa). Trabalho de Conclusão de Curso. UFPA. Belém, 2003.

SILVA, D. A. da. Composição florística e variação espaço-temporal do microfitoplâncton no estuário do rio Curuçá (Pará, Brasil). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 48 p., 2006.

SILVA, P. D. A. da; SOUSA, E. B. de; RAMOS, C. A. R.; PAIVA, R. S. Dados preliminares da composição e distribuição fitoplanctônica dos estuários dos rios Curuçá e Mocajuba

(Pará-Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA/XVI SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 1, 2004, Itajaí (SC). Resumos. Itajaí: CBO 2004. p. 121, 2004.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; ALMEIDA, C. D. P. Estrutura e distribuição do microfitoplâncton da região compreendida entre o Amapá e a Paraíba (Operação Norte-Nordeste II). In: Encontro Brasileiro de Plâncton, 4. Recife (PE), Anais. Recife: EBP, p. 9-33. 1991.

SMAYDA, T. J. Phytoplankton species succession. In: MORRIS, I. (Ed.). Berkeley: University of California Press, p. 493-570. 1980.

SMITH, W. O. Jr.; DEMASTER, D. J. Phytoplankton and biomass productivity in the Amazon River plume: Correlation with seasonal river discharge. *Continental Shelf Research*, v. 16, n. 3, p. 291-317, 1996.

SOURNIA, A. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Rhaphidophycées. Atlas du phytoplancton marin. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, v. 1, 219 p., 1986.

SOUSA, E. B. Composição, ecologia e variação temporal do fitoplâncton na Ilha Canela (Bragança-Pará-Brasil). Dissertação (Mestrado Biologia Ambiental) - Campus Universitário de Bragança, Universidade Federal do Pará, Bragança, 82 p., 2006.

SOUSA, E. B.; PAIVA, R. S.; MELO, N. F. A. C.; RAMOS, C. A. R.; PALHETA, G. D. Composição e distribuição do microfitoplâncton da plataforma continental norte: Costa do estado do Pará (PROSPEC – XXII, REVIZEE - 2001). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA/XVI SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA. 1. Itajaí (SC). Resumos... Itajaí: CBO 2004. 1 Livro de Resumo, 118 p., 2004.

SOUZA FILHO, P. W. M. Impactos naturais e antrópicos na Planície Costeira de Bragança (NE do Pará). In: PROST, M. T. R. C. & MENDES, A. (Eds.). *Ecossistemas Costeiros: Impactos e gestão Ambiental*. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, 2001.

SOUZA FILHO, P. W. M. Influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia da Planície Costeira Bragantina (NE do Pará) durante o Holoceno. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Pará, 123 p., 1995.

SOUZA FILHO, P. W. M.; CUNHA, E. R. S. P.; SALES, M. E. C.; SOUZA, L. F. M. O.; COSTA, F. R. *Bibliografia da Zona Costeira Amazônica*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi: Universidade Federal do Pará: Petrobrás, 401 p., 2005.

SOUZA FILHO, P.W.M.; EL-ROBRINI, M. Sequências estratigráficas do Holoceno como consequência das variações do nível do mar na Planície Costeira Bragantina. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5. 1996. Belém (PA). Anais. Belém: SBG, p. 203-206, 1996.

SOUZA FILHO, P. W. M.; EL-ROBRINI, M. Morfologia, processos de sedimentação e litofações dos ambientes morfo-sedimentares da Planície Costeira Bragantina, nordeste do Pará, Brasil. *Geonomos*, v. 4, n. 2, p. 1-16, 1997.

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

SOUZA, M. S. Distribuição espacial do nanoplâncton e microplâncton na área sob influência do rio Amazonas (maio de 1999). Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Departamento de Oceanografia, Fundação Universitária Federal do Rio Grande, Rio Grande, 130 p., 2002.

STEINDINGER, K.; TANGEN, K. Dinoflagellates. pp. 387-584. In: TOMAS, C. R. (Ed.). *Identifying Marine Phytoplankton*. San Diego. Academic Press, 1997.

TEIXEIRA, C. Relative rates of photosynthesis and standing-stock of the net phytoplankton and nanoplankton. *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, v. 191, n. 13, p. 53-60, 1963.

TILSTONE, G. H.; MÍGUEZ, B. M.; FIGUEIRAS, F. G.; FERMÍN, E.G. Diatom dynamics in a coastal ecosystem affected by upwelling: coupling between species succession, circulation and biogeochemical processes. *Marine Ecology Progress Series*, v. 205, p. 23-41, 2000.

TOMAS, C. R. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic press, Inc., Harcourt Brace & Company, 858 p., 1997.

TORGAN, L. C.; ODEBRECHT, C.; NIENCHESKI, L. F. H. Estrutura e tamanho do fitoplâncton na laguna dos Patos, Sul do Brasil, em um ciclo anual. *Atlântica*, v. 22, p. 53-62, 2000.

UYE, S.; TAKAMATSU, K. Feeding interactions between planktonic copepods and red tides flagellates from Japanese coastal waters. *Marine Ecology Progress Series*, v. 59, p. 97-107, 1990.

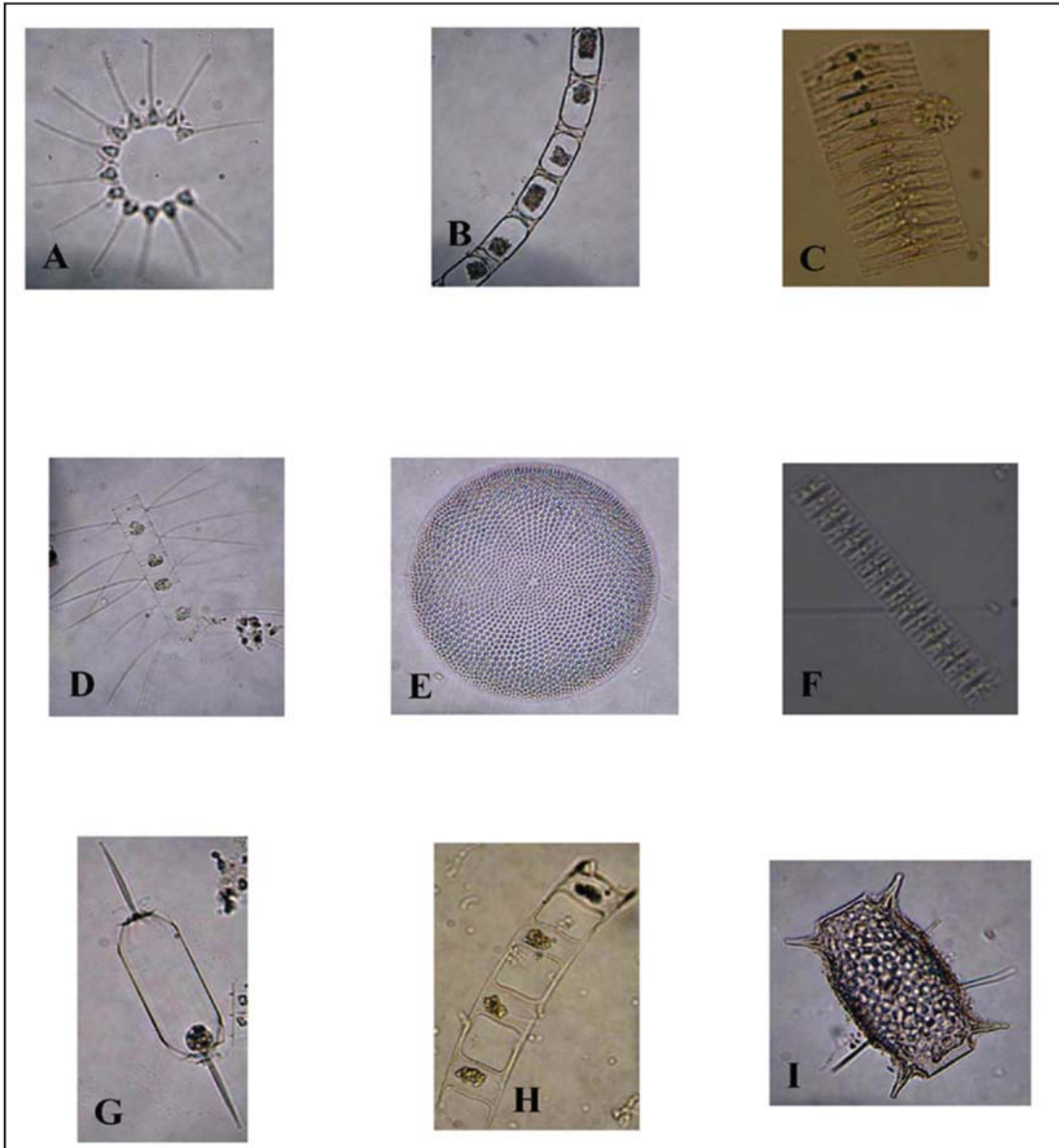
VILLAC, M. C. O fitoplâncton como um instrumento de diagnose e monitoramento ambiental: estudo de caso da Baía de Guanabara (RJ, Brasil). Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Departamento de Oceanografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 193 p., 1990.

VILLWOCK, J. A. A costa brasileira: geologia e evolução. Notas Técnicas, Porto Alegre, v. 7, p. 38-49, 1994.

WOLFF, M.; KOCH, V.; ISAAC, V. A trophic Flow Model of the Caeté Mangrove Estuary (North Brazil) With Considerations for the Sustainable Use of its Resources. Estuarine, Coastal and Shelf Science. v. 50, p. 789-803, 2000.

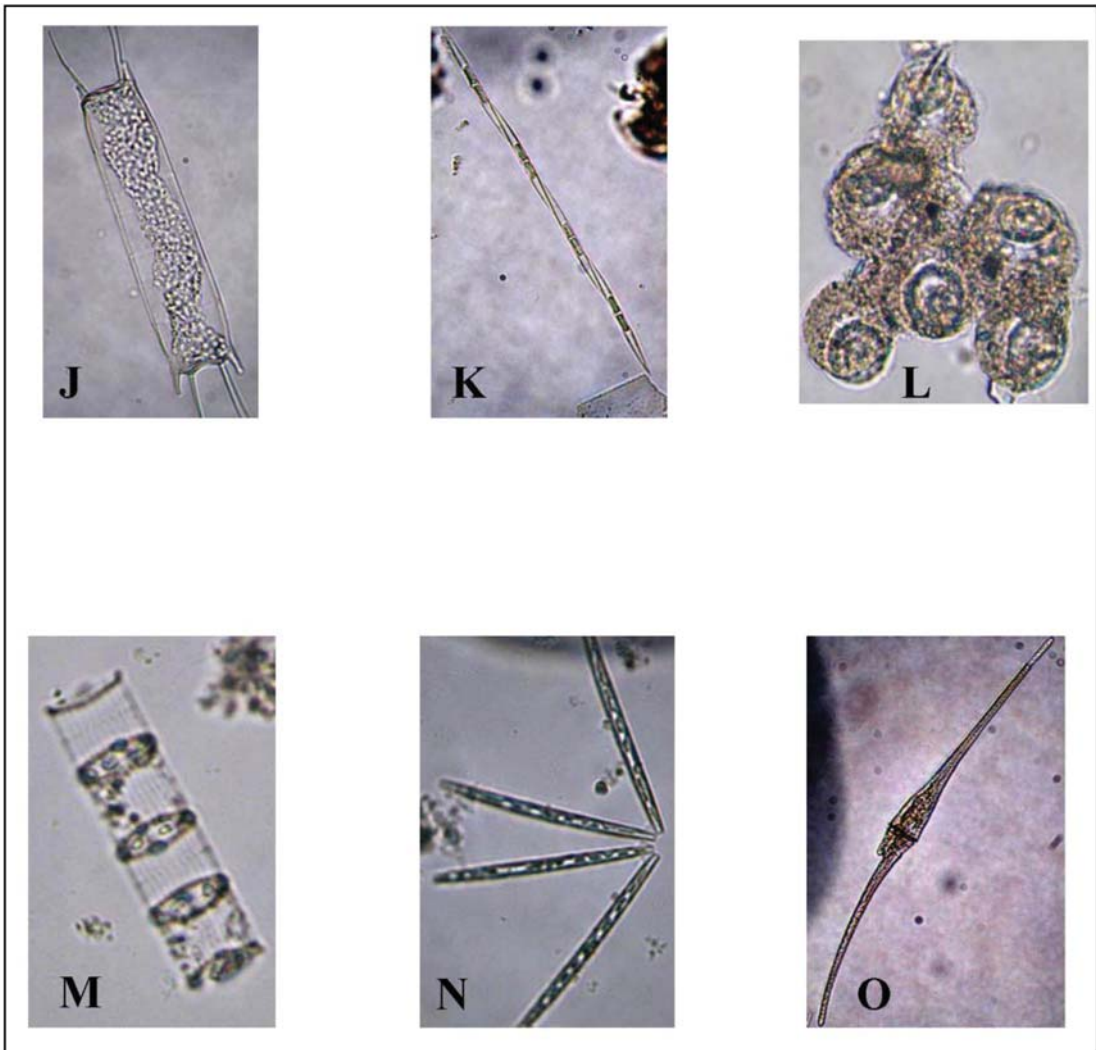
WOOD, E. J. F. A phytoplankton study of the Amazon region. Bulletin of Marine Science, v. 16, n 1, p. 102 -123, 1966.

APÊNDICE 1 - Alguns representantes de microfítoplâncton presente no estuário do rio Caeté, na Praia de Ajuruteua e na Ilha Canela, Bragança, Pará, costa amazônica brasileira.



Diatomáceas: A - *Asterionelopsis glacialis* (Castracane) Round; B - *Belerochea horologicalis* von Stosch; C - *Campylosira cymbelliformis* Grunow; D- *Chaetoceros* sp.; E - *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg; F - *Dimeregramma minor* (Gregory) Ralfs; G - *Ditylum brightwellii* (West) Grunow; H - *Hemiaulus sinensis* Greville; I - *Odontella regia* (Ostenfeld) Simonsen.

APÊNDICE 1 – Continuação.



Diatomáceas: J - *Odontella sinensis* (Greville) Grunow; K - *Pseudo-nitzschia* sp.; L - *Skeletonema* sp.; M - *Thalassionema frauenfeldii* (Grunow) Hallegraeff; N - *Thalassiosira subtilis* (Ostenfeld); Dinoflagelado: O - *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin.