VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO – BRASIL¹

Enide ESKINAZI-LEÇA²

Maria da Glória G. SILVA-CUNHA³

Maria Luise KOENING³

Silvio José MACEDO³

Katia Muniz Pereira da COSTA³

Trabalho realizado com auxílio financeiro do CNPq¹

Departamento de Biologia da UFRPE²

Departamento de Oceanografia da UFPE³

RESUMO

Foram realizados estudos sobre o comportamento anual do fitoplankton na plataforma continental de Pernambuco (Brasil), tendo sido analisadas as amostras coletadas em 12 estações fixas, distribuídas em áreas livres da influência terrígena, até aquelas reconhecidamente impactadas por agentes externos. Dois padrões de variação anual do fitoplankton foram observados: 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 na densidade fitoplancônica durante o período seco, característico de áreas costeiras com forte influência terrígena. Ficou demonstrado que estas variações estão relacionadas principalmente com as precipitações pluviométricas. **Palavras chave:** Fitoplâncton, variações espacial e temporal, plataforma continental, tropical

ABSTRACT

Phytoplankton Spatial and Seasonal Variations at Pernambuco, Brazil Continental Shelf

This work deals about the annual behaviour of the phytoplankton from the continental shelf of Pernambuco (Brasil). Samples were taken at 12 stations along the coast including nearshore and offshore sites. A defined annual cycle was verified at the stations subject to strong continental influence with higher phytoplankton densities during the dry season and lower during the rain season. In contrast, phytoplankton densities at offshore stations or nearshore with slight terrigenous influence, were higher during the rain season. Thus the annual phytoplankton variations are associated mainly the precipitations.

Key words: Phytoplankton, spacial and seasonal variations, continental shelf, tropical

INTRODUÇÃO

Os produtores primários do plancton constituem populações heterogêneas de microrganismos fotossintetizantes, os quais apresentam requerimentos fisiológicos semelhantes aos dos outros organismos clorofilados, ou seja, para

crescer e reproduzir-se necessitam principalmente de quatro tipos de fatores: água, dióxido de carbono, luz solar e certos sais nutrientes inorgânicos.

No ambiente marinho, a água e o dióxido de carbono existem em abundância e, neste caso, a radiação solar e determinados sais orgânicos, principalmente fosfatos e nitratos, constituem fatores limitantes para o fitoplâncton, existindo uma alternância regular entre a disponibilidade dos sais nutrientes e os níveis adequados de radiação solar (Russel-Hunter, 1970).

Por isto, em todos os oceanos ocorre uma sucessão estacional, representada por mudanças qualitativas e quantitativas no fitoplâncton, relacionadas estreitamente às estações anuais, existindo profundas diferenças entre as variações que ocorrem nos mares temperados e frios e aquelas observadas nos mares tropicais (Raymont, 1963).

Nas altas latitudes árticas e antárticas, a produtividade está limitada pela disponibilidade de luz solar e, com menos frequência, pelos nutrientes, ocorrendo maiores concentrações fitoplânctônicas em um curto espaço de tempo, durante o verão (Smayda, 1958).

Já nos mares de latitudes temperadas, a produtividade fitoplânctônica segue um ciclo constante com um incremento na primavera e outro outonal, menos intenso, decorrentes da disponibilidade da energia solar e sais nutrientes. Neste caso, as variações fitoplânctônicas estão estreitamente relacionadas à presença destes dois fatores (Riley, 1957).

No que se refere aos mares tropicais, uma opinião quase geral postula que nessas baixas latitudes a produção fitoplânctônica se manteria constante, ao longo de todo ano, segundo duas variantes: baixa produção nas águas oceânicas estratificadas e alta produção nas águas neríticas e zonas de ressurgência. As variações anuais estariam limitadas pela disponibilidade de sais nutrientes (Steemann Nielsen & Jensen, 1957; Cushing, 1959).

Sournia (1969), levando em consideração a notável estabilidade ambiental existente nos trópicos, acredita que seria impossível definir-se um esquema geral do ciclo anual do fitoplâncton, ao contrário do que ocorre nos mares temperados e polares. Nestes, as estações anuais apontam características que são comuns a todos os mares, ou seja, mistura invernal, estratificação estival, valores críticos de energia luminosa no inverno, empobrecimento de sais nutrientes no verão, etc. Nos mares tropicais, as variações são de caráter essencialmente regional e os fatores poderiam exercer efeitos opostos na produção vegetal.

Para Tundisi (1969, 1986), as águas tropicais costeiras podem ou não apresentar um ciclo anual do fitoplâncton, dependendo da ocorrência ou não de modificações anuais em certos fatores ambientais, como ventos, correntes, precipitações, ressurgências costeiras, etc.

O fitoplâncton da plataforma continental de Pernambuco tem sido frequentemente pesquisado, porém os trabalhos publicados tratam basicamente da composição, distribuição e ecologia e foram, principalmente, baseados em amostra coletada com redes, o que exclui a possibilidade de uma análise quantitativa global (Eskinazi & Sato, 1966; Eskinazi-Leça, 1970; Eskinazi-Leça

& Passavante, 1972; Silva-Cunha & Eskinazi-Leça, 1990). Pesquisas sobre as variações anuais do fitoplâncton, na plataforma continental de Pernambuco, estão ainda em fase inicial, não existindo, ainda, um conceito definido sobre os mecanismos que regem e que condicionam estas variações, visto que os poucos trabalhos que abordam este assunto foram realizados em apenas 2 pontos da costa (Eskinazi-Leça et al., 1988; Passavante & Feitosa, 1988; Gomes, 1989). Deste modo, procurando-se definir o comportamento anual da flora planctônica, foi elaborado o presente trabalho o qual se propôs a analisar amostras coletadas em vários pontos da costa, desde aqueles livres da influência terrígena, até aqueles reconhecidamente impactados por agentes externos, procurando-se, ainda, relacionar o comportamento anual do fitoplâncton com as condições hidrológicas locais.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PLATAFORMA CONTINENTAL DE PERNAMBUCO

A plataforma continental de Pernambuco é uma das mais estreitas do Brasil, apresentando uma largura de apenas 20 milhas na altura do Recife e caracteriza-se pela presença abundante de sedimentos carbonáticos. Sua profundidade é inferior a 60m, sendo bem delimitada por uma quebra entre as isóbatas de 60-70m, mostrando o início do talude superior (Kempf, 1970).

Uma feição particular da plataforma do Estado é a presença de recifes, que formam cordões paralelos à costa, constituindo-se em diques naturais nem sempre emersos nas marés altas. Estas linhas são formadas de arenito e, frequentemente, estão associadas à algas calcárias e corais e podem alcançar vários quilômetros de extensão e largura variando entre 2-4 metros.

A faixa litorânea apresenta-se com uma extensão de 187Km e se estende deste as coordenadas geográficas 7°15'45" Lat.S e 9°28'18" Lat.S. Predominam climas do tipo Ams' (quente e úmido) e As' (chuvas de outono-inverno), segundo a classificação do Köppen. A temperatura do ar é geralmente elevada, com média anual em torno de 26°C e máximas absolutas superiores a 30°C. Os meses mais quentes situam-se entre janeiro e março, enquanto que em junho e julho registram-se as temperaturas mais baixas (Nimer, 1979).

Em toda faixa costeira chove durante todos os meses do ano, com totais anuais em torno de 2000mm, sendo que a maior densidade de precipitação pluviométrica é encontrada durante os meses de março a agosto, caracterizando um período chuvoso, com precipitações sempre acima de 100mm mensais e nebulosidade e umidade relativa do ar também elevados. O período seco está compreendido entre setembro e fevereiro, com precipitações abaixo de 100mm mensais (Cavalcanti & Kempf, 1970).

As águas costeiras do Estado de Pernambuco caracterizam-se por pequenas variações em suas condições hidrológicas, apresentando constantemente alta temperaturas (em torno de 28°C) e altas salinidades (em torno de 35‰). Estas condições são devido à ausência de grandes rios, sendo os mais importantes o Capibaribe, e o Jaboatão, os quais têm influência relativamente limitada sobre o

ambiente costeiro adjacente. Segundo Cavalcanti & Kempf (1970) e Ressureição (1990), existe uma estreita relação entre a pluviometria, a salinidade e a transparência da água. Durante o período seco a salinidade superficial é relativamente uniforme com a isovalina de 36‰ atingindo áreas próximas à costa, denotando uma pequena influência terrígena sobre o ambiente costeiro. No período chuvoso esta influência é mais acentuada, porém a penetração da água doce no mar, se atenua rapidamente à medida que se afasta da costa (Costa et al., 1989). Em áreas próximas ao Porto do Recife, a salinidade pode crescer até 13‰ em locais distantes 500 metros da costa, porém numa distância de 1 milha da costa, esta influência se torna relativamente pequena com valores de salinidade atingindo padrões normais, em torno de 36‰.

A temperatura da água assemelha-se à temperatura do ar. Os valores mínimos são observados durante o período chuvoso (média mínima anual de 26,40°C) e os máximos são registrados durante o período seco (média máxima anual de 29,2°C). A diferença entre as médias máximas e mínimas é de 2,8°C, portanto com uma pequena amplitude térmica (Cavalcanti & Kempf, 1970; Costa et al., 1989). A diminuição da temperatura em função da profundidade na plataforma continental de Pernambuco é lenta, existindo uma certa estabilidade térmica entre a superfície e o fundo e a termoclina ocorre profundidade de aproximadamente 100 metros, fora dos limites da plataforma. Em alguns locais da costa podem ocorrer prados da fanerógama marinha *Halodule wrightii* Aschers que limitam a zona do infra-litoral superior (Laborel-Deguem, 1963).

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras analisadas foram coletadas em 12 estações localizadas em três perfis perpendiculares à costa (Fig. 1), tendo sido cada estação pesquisada mensalmente, durante o período de março/85 a abril/89.

As estações foram posicionadas na faixa compreendida entre 0,3 e 15 milhas da costa e foram pré-fixadas de acordo com as isóbatas de 5, 10, 20 e 30 metros.

Para o estudo do fitoplâncton as coletas foram feitas na superfície, com auxílio de garrafas de Van Dorn. De cada garrafa foram extraídas sub-amostras de 65ml de água que foi imediatamente preservada com lugol.

A quantificação de células/litro foi realizado pelo método de Utermohl, descrito por Vollenweider et al. (1969), tendo sido utilizadas câmaras de 10ml. As contagens foram realizadas em microscópio invertido e para melhor visualização das células foi utilizado o Rosa de Bengala como corante.

Foram também coletadas amostras de água para o estudo hidrológico, em três níveis de profundidade (superfície, camada intermediária e fundo). Foram determinados os seguintes parâmetros: Transparência da água (pelo Disco de

Figura 1- Localização das Estações.

Secchi), temperatura (°C, pelo termômetro de inversão), oxigênio dissolvido (método de Winkler), salinidade (método de Mohr Knudsen) e sais nutrientes inorgânicos, nitrito, nitrato, fosfato e silicato (método de Strickland & Parsons, 1965).

RESULTADOS

A apresentação dos resultados foi dirigida no sentido de facilitar a compreensão dos padrões de variação anual do fitoplâncton, apresentando-se, assim, os dados obtidos em cada perfil analisado.

PERFIL A - O trecho localiza-se entre 1 (uma) milha e 13 milhas da costa e apresenta variações hidrológicas ligadas aos dois períodos anuais. A estação 1 sofre influência direta das águas do estuário do rio Jaboatão e é o local onde as variações hidrológicas são mais evidentes. Durante o período das chuvas, a influência terrígena se manifesta no abaixamento da salinidade (que pode atingir 28‰) e nas transparências da água (disco de Secchi visível a 2 metros de profundidade). Porém, a água doce é rapidamente diluída, não atingindo distâncias além de 2 milhas da costa. Nesse caso, as estações mais afastadas (3 e 4) estão praticamente livres da influência terrígena. Durante o período de estiagem, entretanto, todo o trecho do Perfil A apresenta características oceânicas, ocorrendo uma supersaturação de oxigênio dissolvido, alta salinidade e águas transparentes (Tab. 1)

Neste trecho, as concentrações fitoplancônicas apresentaram variações significativas. Os valores mais elevados foram observados nas estações mais costeiras (1.125.000 cel/litro, em dezembro, na estação 1) e os menores na estação mais oceânica (50.000 cel/litro na estação 4, em janeiro). Quanto à variação anual, notou-se que nas primeiras estações (1 e 2) as concentrações máximas ocorreram durante os meses do período seco, enquanto que naquelas mais afastadas (3 e 4) o número de células/litro aumentou durante os meses do período chuvoso (Tab. 2).

PERFIL B - A área compreendida no Perfil B caracteriza-se por suas condições hidrológicas peculiares devido, provavelmente, a sua localização sujeita à influência de descargas fluviais e despejos urbanos. Durante o período chuvoso, as águas oriundas do continente exercem forte influência no ambiente costeiro, notadamente até 1 milha da costa, onde a transparência da água pode decrescer até 0,5m, a salinidade pode atingir valores próximos a 13‰ e os sais nutrientes apresentam-se com valores elevados. Durante o período de estiagem a influência terrígena é bem menor e as condições hidrológicas tornam-se mais estáveis, mesmo na altura da estação 1, com o aumento da transparência da água (disco de Secchi visível próximo ao fundo), salinidade em torno de 33‰ e elevados níveis de oxigênio dissolvido (Tab. 3).

Tabela1. Variação dos parâmetros hidrológicos no Perfil A

PARÂMETRO	SUPERFÍCIE			CAMADA INTERMEDIÁRIA					CAMADA PROFUNDA
	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.
Temperatura	27,40	28,30	28,10	27,45	28,40	28,00	27,30	28,00	27,30
Salinidade	28,41	35,99	34,14	31,16	35,36	33,87	34,18	35,20	34,18
OxiDiss. (ml/l)	4,25	6,73	5,46	3,81	6,73	5,22	4,03	6,59	5,22
Sat.Oxi.Diss %	91,56	150,9	121,2	84,10	151,5	117,5	90,36	155,2	123,2
pH	7,90	8,40	8,15	8,00	8,45	8,25	8,00	8,40	8,25
Nitrito	0,001	0,192	0,093	0,001	0,192	0,093	0,001	0,92	0,093
□ mg-at/l									
Nitrato	0,016	4,245	2,060	0,001	3,627	2,889	0,001	4,173	2,113
□ m-at/l									
Fosfato	0,116	0,596	0,358	0,058	0,456	0,259	0,069	0,596	0,358
□ m-at/l									
Silicato	4,163	67,595	35,535	2,978	33,234	18,065	1,191	31,538	16,413
□ m-at/l									

Tabela 2. Variação quantitativa do fitoplâncton (celas/litro) nas 04 estações de coleta do "Perfil A"

MESES	ESTAÇÕES			
	1	2	3	4
Março/85	150.000	76.000	283.000	285.000
Abril/85	333.000	350.000	117.000	258.000
Maio/85	183.000	200.000	283.000	258.000
Junho/85	200.000	242.000	317.000	200.000
Julho/85	108.000	183.000	400.000	325.000
Agosto/85	200.000	742.000	208.000	247.000
Setembro/85	275.000	183.300	150.000	133.300
Outubro/85	708.000	458.000	341.600	308.300
Novembro/85	158.000	100.000	200.000	166.600
Dezembro/85	1.125.000	383.000	300.000	108.30
Janeiro/86	260.000	100.000	183.300	50.000
Fevereiro/86	133.000	100.000	108.300	66.600
MÉDIA	319.416	259.000	233.433	179.591

Tabela 3. Variação dos parâmetros hidrológicos no "Perfil B"

PARÂMETRO	SUPERFÍCIE			CAMADA INTERMEDIÁRIA			CAMADA PROFUNDA		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Temperatura	25,50	30,20	28,29	25,40	30,10	27,30	25,80	29,30	27,69
Salinidade	13,83	36,49	35,65	31,96	37,40	35,53	31,51	36,85	36,86
Oxi.Diss.(ml/l)	4,19	6,92	5,17	3,88	5,82	5,06	4,29	6,13	4,62
Set.Oxi.Dis%	95,97	148,18	120,93	87,00	129,33	101,94	96,12	120,26	109,95
pH	7,65	8,30	7,75	7,70	8,40	7,95	7,60	8,30	7,97
Nitrito ($\mu\text{m-at/l}$)	0,001	0,521	0,16	0,020	0,490	0,17	0,031	0,438	0,178
Nitrato ($\mu\text{m-at/l}$)	1,769	8,241	3,14	1,146	2,959	3,40	1,663	5,709	3,644
Fosfato ($\mu\text{m-at/l}$)	0,368	2,729	0,31	0,195	1,646	0,27	0,152	1,321	0,280
Silicato ($\mu\text{m-at/l}$)	8,182	60,902	23,903	5,683	46,895	20,920	8,571	41,007	19,338

Nos locais distantes quatro milhas da costa (estações 3 e 4), entretanto, a influência terrígena é praticamente nula, mesmo durante o período das chuvas. Este fato concorre para que o trecho do **Perfil B** possa ser dividido em dois: o primeiro, compreendido entre as estações 1 e 2 (até 3 milhas), sujeito a forte influência terrígena e com variações ambientais decorrentes do aporte continental; e o segundo, localizado entre as estações 3 e 4 (entre 4 a 10 milhas da costa), onde as condições ambientais são mais estáveis durante todo o ano e revelam características próprias de ambientes costeiros tropicais, representadas por uma oligotrofia marcada e águas bastante transparentes.

O comportamento do fitoplacton, neste trecho, apresentou profundas modificações na estrutura e dinâmica de suas populações que foram decorrentes da forte intrusão fluvial, relacionando-se com as variações das condições hidrológicas, isto é, um tipo de comportamento anual nas estações 1 e 2 e outro tipo na altura das estações 3 e 4.

O fluxo de águas continentais, durante o período chuvoso, trazendo uma grande quantidade de material em suspensão provoca, na altura da estação 1, uma redução na zona fótica, inibindo o desenvolvimento da flora planctônica, a qual, durante este período, alcança seus menores índices (690.000 cel/litro, em julho). Por outro lado, durante o período de estiagem, quando o fluxo do continente é bem menor, favorecendo melhores condições de luminosidade e disponibilidade de nutrientes, que não foram assimilados durante o período chuvoso, o fitoplâncton atinge concentrações bastante elevados, em torno de 10 milhões de cel/litro (Tab. 4).

Tabela 4. Variação quantitativa do fitoplacton (cels/litro) nas 04 estações de coleta do "Perfil B".

MESES	ESTAÇÕES			
	1	2	3	4
Mai/88	1.270.000	1.040.000	460.000	630.000
Junho/88	1.210.000	290.000	630.000	390.000
Julho/88	690.000	710.000	1.170.000	910.000
Agosto/88	2.260.000	1.920.000	1.350.000	1.360.000
Setembro/88	---	5.530.000	580.000	670.000
Outubro/88	6.910.000	4.220.000	770.000	560.000
Novembro/88	2.840.000	540.300	280.000	680.000
Dezembro/88	7.720.000	3.430.000	300.600	200.000
Janeiro/89	10.010.000	4.160.000	530.000	270.000
Fevereiro/89	3.490.000	2.000.000	280.000	180.000
Março/89	8.920.000	1.110.000	170.000	270.000
Abril/89	3.380.000	440.000	260.000	160.000
MÉDIA	4.447.272	2.115.858	556.716	523.333

Já nos locais mais afastados da costa (estações 3 e 4) o comportamento anual do fitoplacton é inverso, isto é, o número de cels/litro é muito menor e a época de maior florescimento ocorre durante o período chuvoso.

Como no **Perfil A**, foi também observada uma considerável diminuição do número de cel/litro, da estação 1 para a estação 4, isto é, da costa para o alto mar.

PERFIL C - Este trecho caracteriza-se por uma notável estabilidade ambiental, decorrente da pequena influência do continente. Pequenas variações nas condições hidrológicas podem ser observadas apenas durante o período chuvoso e, mesmo assim, a influência continental é bastante suave e a salinidade não atinge valores abaixo de 33‰ (Tab. 5). As águas são permanentemente transparentes, não ocorrendo estratificações térmicas ou salinas.

Nesse trecho, a biomassa fitoplanctônica apresentou uma variação entre 83.000 cel/litro e 1.383.000 cel/litro, diminuindo consideravelmente da costa para o alto mar, tendo sido observado que os locais mais costeiros (estações 1 e 2) são mais favoráveis ao desenvolvimento do fitoplacton, quando comparados com os locais mais afastados onde a densidade foi sempre menor (Tab. 5).

O comportamento anual do fitoplacton, nesse trecho, parece estar ligado ao aporte dos sais nutrientes, visto que, foi observada uma tendência de maior florescimento durante o período chuvoso, tanto nas estações mais costeiras (1 e 2) como naquelas mais oceânicas (3 e 4). O aporte de nutrientes pode ser feito não só pelos pequenos rios costeiros, que afetam de maneira suave as áreas mais próximas da costa, como também pela liberação pelo sedimento, durante a época de maior movimentação das águas, ou seja, durante o período chuvoso, quando é maior a ação das ventos e das correntes de marés.

Tabela 5. Variação dos parâmetros hidrológicos da área compreendida no "Perfil C"

PARÂMETRO	SUPERFÍCIE			CAMADA INTERMEDIÁRIA			CAMADA PROFUNDA		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Temperatura °C	26,10	29,50	27,80	26,10	29,30	26,20	26,10	29,50	27,80
Salinidade (‰)	33,24	37,18	35,21	34,05	37,50	35,50	34,79	37,76	36,27
Oxi.Diss. (ml/l)	3,36	5,43	4,395	3,83	5,74	4,90	3,94	5,68	4,81
Sat.Oxi.Diss. %	91,31	124,47	108,47	96,38	112,84	110,46	64,83	112,36	106,20
pH	7,70	8,50	8,00	7,80	8,60	8,05	7,90	8,50	8,10
Nitrito ($\mu\text{m-at/l}$)	0,001	0,202	0,101	0,001	0,111	0,090	0,001	0,182	0,091
Nitrato ($\mu\text{m at/l}$)	0,772	3,450	2,111	0,997	3,069	2,034	0,884	3,800	2,342
Fosfato ($\mu\text{m at/l}$)	0,065	0,424	0,224	0,070	0,442	0,412	0,130	0,442	0,286
Silicato ($\mu\text{m at/l}$)	1,610	66,499	34,054	0,850	43,831	12,432	1,610	32,497	17,053

Tabela 6. Variação quantitativa do fitoplâncton (cels/litro) nas 04 estações de coleta do "Perfil C".

MESES	ESTAÇÕES			
	1	2	3	4
Março/87	541.700	575.000	825.000	83.300
Abril/87	1.183.000	166.700	391.700	116.700
Mai/87	458.300	241.700	475.000	175.000
Junho/87	1.316.600	583.300	425.000	750.000
Julho/87	916.700	166.700	875.000	458.300
Agosto/87	733.000	366.700	708.300	333.300
Setembro/87	700.000	508.300	716.600	150.000
Outubro/87	633.300	1.383.300	741.700	283.300
Novembro/87	408.200	433.000	283.400	233.3000
Dezembro/87	283.300	391.700	500.000	-
Janeiro/88	733.300	566.600	416.600	366.700
Fevereiro/88	825.000	358.300	458.300	400.000
MÉDIA	727.800	478.400	568.000	304.500

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL

A análise dos resultados obtidos nas amostras coletadas nos três Perfis revelou que o fitoplâncton apresentou variações espaciais e temporais.

Com relação ao afastamento da costa (variações espaciais) observou-se que após 4 milhas de distância da costa a densidade fitoplânctônica apresentou uma estabilidade comum nos três perfis, com médias em torno de 300.000 cels/litro. Já nos locais mais costeiros as diferenças são bastante acentuadas e variam de local para local (Fig. 2).

Figura 2- Variação espacial do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco (Brasil).

Figura 3- Variação anual do fitoplâncton em áreas costeiras de Pernambuco (Brasil).

Figura 4- Variação anual do fitoplâncton em áreas oceânicas de Pernambuco (Brasil).

Quanto às variações anuais duas áreas precisam ser consideradas: 1) aquelas correspondentes às estações 1 e 2, (costeiras) as quais estão diretamente influenciadas por aportes terrígenos em maior ou menor intensidade; 2) as áreas correspondentes às estações 3 e 4 onde as condições hidrológicas revelam ambientes caracteristicamente oceânicos, oligotróficos (Fig. 3 e 4).

Pode-se observar na figura 5, os tipos de ciclos anuais que podem ocorrer na plataforma continental de Pernambuco.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O fitoplâncton da plataforma continental de Pernambuco apresenta variações ligadas ao afastamento da costa em direção à região oceânica, como também entre os diversos meses do ano.

Com respeito à variação espacial da flora planctônica, notou-se diferenças significativas no número de células litro, ocorrendo valores reconhecidamente baixos e comparáveis entre si, a partir de 4 milhas da costa. Nos locais mais próximos da costa, entretanto, as variações são bastante diferenciadas e dependem do maior ou menor fluxo de nutrientes.

Nos locais caracteristicamente eutrofizados devido a intrusão de águas continentais, como na altura do Porto Recife, a densidade fitoplanctônica atinge índices exageradamente elevados e sinais de "stress" ambiental podem ser evidenciados por "blooms" de *Skeletonema costatum* Greville, caracterizando uma baixa diversidade de espécies, ao lado de uma alta variabilidade fitoplanctônica (92 táxons identificados por Silva-Cunha & Eskinazi-Leça, 1991). Locais com baixo fluxo de nutrientes drenados da terra, resultam em pequena densidade fitoplanctônica, como na plataforma norte do Estado onde ocorrem

picos durante o período chuvoso que são decorrentes do "In put" de nutrientes carregados do continente, ou mesmo de sedimento.

Pode-se considerar que na plataforma continental de Pernambuco podem ocorrer dois padrões de comportamento anual do fitoplâncton:

1) UM CICLO COM AUMENTO DA QUANTIDADE DE CELS/LITRO DURANTE O PERÍODO CHUVOSO;

Este tipo de comportamento é característico de regiões costeiras com pequena influência terrígena e já foi observado em outras regiões do nordeste oriental brasileiro por Sassi (1987) em águas costeiras da Paraíba, por Koenig & Eskinazi-Leça (1991) na Baía de Suape (PE) e por Moura (1992) na Baía de Tamandaré (PE), áreas essas que se caracterizam por receber pequena influência terrígena, estando o fitoplâncton na dependência do aporte de nutrientes carregados durante o período das chuvas. Este mesmo padrão de variação é também encontrado em áreas oceânicas livres da drenagem terrestre e onde as elevações invernais dependem diretamente dos nutrientes reciclados do sedimento, a exemplo do que foi observado na plataforma norte do Estado de Pernambuco (Gomes, 1989; Gomes & Eskinazi-Leça, 1990).

2) UM CICLO ANUAL COM AUMENTO CONSIDERÁVEL DO FITOPLANCTON DURANTE O PERÍODO SECO.

Este padrão de variação anual é característico de ambientes costeiros onde a influência terrígena é forte durante o período chuvoso e provoca a diminuição da transparência da água e consequentemente da zona fótica, inibindo o florescimento invernal. Durante o período de estiagem, a drenagem terrestre é muito mais amena e as condições hidrológicas tornam-se favoráveis ao florescimento estival, o qual, algumas vezes, apresenta índices excessivamente elevados, em virtude principalmente da disponibilidade de nutriente que é muito elevada. Desta forma, o impacto terrígeno influi significativamente no comportamento fitoplanctônico, inibindo o crescimento da flora planctônica no período invernal e determinando um comportamento inverso durante o período de estiagem. Casos desta natureza foram encontrados na área do Porto do Recife-PE (Ressureição, 1990) e no estuário do rio Ipojuca-PE (Koenig & Eskinazi-Leça, 1991).

Por fim, resta salientar que os resultados obtidos na pesquisa permitem comprovar o conceito geral de que, em águas costeiras tropicais, a produção fitoplanctônica está sujeita às condições sazonais dos ventos, correntes e precipitações, ou mesmo, das variações conjuntas dos três fatores, como Sournia (1969) e Tundisi (1986) já haviam destacado, podendo-se, neste caso, considerar, para as águas da plataforma continental de Pernambuco, a precipitação pluviométrica como o fator condicionante nas áreas mais próximas da costa e o vento e as correntes de ressurgência como os fatores condicionantes nas áreas oceânicas.

Figura 5 - Representação esquemática dos ciclos de variação anual do fitoplâncton que podem ocorrer na plataforma continental de Pernambuco (Brasil). A= área costeira com fraca influência terrígena B= área costeira com forte influência terrígena C= área oceânica

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALCANTI, L.B. & KEMPF, M. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). II. Metodologia e hidrologia. **Trab. Inst. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco**, Recife, 9/11: 149-158, 1970.
- COSTA, K.M. P et alii. Hidrologia e plâncton da plataforma continental de Pernambuco. I. Variação das características físico-químicas da água. In: **III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro**, Fortaleza, 1985. Anais... Fortaleza, 1989, p.337-362.
- CUSHING, D.T. The seasonal variation in oceanic productions as a problem in populations dynamics. **J. Cons. perm. int. expl. mer**, 24: 455-464, 1959.
- ESKINAZI-LEÇA, E. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). III. Diatomáceas do fitoplâncton. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco**, Recife, 9/11: 159-172, 1970.
- ESKINAZI-LEÇA, E. & SATO, S. Contribuição ao estudo das diatomáceas da praia de Piedade (PE-Brasil). **Trab. Inst. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco**, Recife, 5/6: 73-104, 1966.
- ESKINAZI-LEÇA & PASSAVANTE, J.Z. O. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). IV - Aspectos quantitativos do fitoplâncton. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco**, Recife, 13: 83-106, 1972.
- ESKINAZI-LEÇA et alii. Hidrologia e plâncton da plataforma continental de Pernambuco. In: **III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro**, Fortaleza, 1985. Anais... Fortaleza, 1988, p.373-402.
- GOMES, N.A. **Composição e variação anual do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco**. Recife, 1989, 189 p. (Dissertação Mestrado- Ms Criptógamos- UFPE).
- GOMES & ESKINAZI-LEÇA, E. Variação quantitativa do fitoplâncton na plataforma continental norte de Pernambuco. **IV Encontro Brasileiro de Plâncton**, Recife, 5-7 de nov. 1990, p.56.
- KEMPF, M. A plataforma continental de Pernambuco (Brasil). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco**, Recife, 9/11: 111-124, 1970.
- KOENING, M. L. & ESKINAZI-LEÇA, E. Aspectos quantitativos do fitoplâncton na área estuarina de Suape (PE). **IV Encontro Brasileiro de Plâncton**, Recife, 1990. Anais... Recife, 1991, p.p. 36-55.
- LABOREL-DEGUEN, F. Nota preliminar sobre a ecologia das pradarias de fanerógamas marinhas na costa dos Estados de Pernambuco e da Paraíba. **Trab. Inst. Biol. Mar. Oceanogr.**, Recife, 3/4: 39-50, 1963.
- MOURA, R. **Biomassa, produtividade primária do fitoplâncton e alguns parâmetros ambientais da Baía de Tamandaré (PE)**. Recife, 1992 (dissertação de Mestrado. Ms em Oceanografia Biológica-UFPE). p. 290.
- NIMER, E. **Pluviometria e recursos hídricos dos Estados de Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro, IBGE, 1979. 117p.

- PASSAVANTE, J. Z. O. & FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e plâncton da plataforma continental de Pernambuco. **III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro**, Fortaleza, 1986. Anais... Fortaleza, 1988, p.363-371.
- RAYMONT, J. E. **Plancton and Productivity in the oceans**. London, Pergamon Press, 1963. 660p.
- RESSUREIÇÃO, M. G. **Variação anual da biomassa fitoplanctônica na plataforma continental de Pernambuco: perfil em frente ao Porto de Recife**. Recife, 1990, 306p. (Dissertação de Mestrado. Ms em Oceanografia Biológica-UFPE).
- RILEY, G. Seasonal fluctuations of the phytoplankton population in New England coastal waters. **J. mar. Res.**, New Haven, 6: 114-125, 1957.
- RUSSEL-HUNTER, W. D. **Produtividade Aquática**. Zaragoza, Acibria, 1973. 273 p.
- SASSI, R. **Fitoplancton da formação recifal da Ponta do Seixas. Seixas (Lat.7°9'16" S, Long 34°47'35" W)**. Estado da Paraíba, Brasil: composição, ciclo anual e alguns aspectos fisio-ecológicos. São Paulo, 1987, 163p. (Tese Doutorado Universidade de São Paulo).
- SILVA-CUNHA, M. G. G. & ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco-Brasil**. Recife, SUDENE, 1990. 317p.
- SILVA-CUNHA, M. G. G. & ESKINAZI-LEÇA, E. Composição e variação do microfitoplâncton na área costeira adjacente ao Porto do Recife (PE). **V Reunião de Ficologia**, Teresópolis, 25/2 a 1/3/91, 1991, p.45.
- SMAYDA, T. J. Biogeographical studies of marine phytoplankton. **Oikos**, 9(2): 158-191, 1958.
- SOURNIA, A. Cycle annuel du phytoplankton et de la production primaire dans les mers tropicales. **Mar. Biol.**, 9(12): 63-73, 1969.
- STEEMANN-NIELSEN, E. & AABYE-JENSEN, E. Primary oceanic production. The autotrophic production of organic matter in the oceans. **Galathea Rep.**, 1: 49-136, 1957.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. A manual of sea analyses. **Bull. Fish. Res. Board Canada**, Ottawa, 125: 1-205, 1965.
- TUNDISI, J. G. **Produção primária, "standing stock" e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananeia**, São Paulo. 1969. 130 p. (Tese Doutorado, Inst. Oceanográfico-USP).
- TUNDISI, J. G. Estudos ecológicos do fitoplancton marinho e lacustre no Brasil: situação atual e perspectivas. In: BICUD, et al. (eds), **Algas: A energia do amanhã**. São Paulo, Inst. Oceanogr. USP. 1986, pp.27-48.
- VOLLENWEIDER, R. A. et al. A manual on methods of measuring primary production in aquatic environment. 2 ed., London, **Inter. Biol. Progr. Handbook**, UNESCO, 1969. 213p.