ESTRUTURA DO MICROFITOPLÂNCTON NO SISTEMA ESTUARINO DO RIO GOIANA, PERNAMBUCO, BRASIL

Fernando Antônio do Nascimento FEITOSA
Maria da Glória Gonçalves da SILVA-CUNHA
José Zanon de Oliveira PASSAVANTE
Sigrid NEUMANN-LEITÃO
Iara Correia LINS
Departamento de Oceanografia da UFPE

RESUMO

Estudos sobre o microfitoplâncton foram realizados no sistema estuarino do rio Goiana, visando conhecer a biodiversidade, sua distribuição espaço-temporal e correlacionar as espécies mais abundantes e freqüentes aos parâmetros hidrológicos. Amostragens foram feitas de março de 1992 a fevereiro de 1993, em quatro estações, durante as baixa-mares e preamares diurnas. As amostras de plâncton foram obtidas com rede padrão de 65µm de abertura de malha. Parâmetros físicos e químicos foram coletados simultaneamente. Foram identificadas 119 espécies de fitoplâncton. O sistema estuarino é polihalino, com variações salinas mais acentuadas no período chuvoso. A associação das unidades amostrais apresentou 3 subgrupos. Os 3 primeiros fatores da ACP explicou 77,83% da variação dos dados. O estuário é eutrófico, com maiores concentrações de nutrientes no período chuvoso e baixa mar, estando correlacionado inversamente com a produtividade fitoplanctônica.

Palavras chave: Fitoplâncton, Estuário, Associações, Tropical

ABSTRACT

Microphytoplankton Structure of the Estuarine System of the River Goiana, Pernambuco, Brazil

Studies about the microphytoplankton were carried out at the estuarine area of the river Goiana to assess the biodiversity, the spatial and temporal distribution, and to correlate the most abundant and frequent species to hydrological data. Sampling were carried out from March/1992 to February/1993, in 4 stations at diurnal low and high tides. Plankton collections were made with a standard net, 65 µm mesh size. Concurrent physico-chemical data were obtained. One hundred and nineteen phytoplankton species were identified. The ecosystem showed to be polyhaline with higher salinity variations at the rainy season. Samples association presented 3 subgroups. The first 3 PCA explained 77,83% of the data variance. The estuary is eutrophic and higher nutrients concentrations were found at the rainy season and low tide, inversely correlated to the primary production.

Key words: Phytoplankton, Estuary, Associations, Tropical

INTRODUÇÃO

Pernambuco abriga cerca de 25.044 hectares de áreas estuarinas (Coelho e Torres, 1982), atualmente bastante reduzidas. Neste cenário natural, destaca-se o sistema estuarino do rio Goiana, localizado ao norte do Estado, por apresentar uma das

maiores formações de manguezais do litoral, desempenhando um papel fundamental na produtividade do ecossistema, servindo de viveiro natural para inúmeras espécies de invertebrados e vertebrados aquáticos. Além do bosque de mangue, a área caracteriza-se por um verdadeiro meandro de rios, riachos, canais, ilha, ilhotas e gamboas (CPRH, 1991).

Apesar da importância deste ecossistema, poucos trabalhos de cunho científico foram desenvolvidos na área, o que levou o Departamento de Oceanografia da UFPE a realizar pesquisas preliminares abordando a hidrologia e o plâncton, objetivando diagnosticar as condições ecológicas.

No estudo de plâncton destaca-se presentemente, o do microfitoplâncton, produtor primário da teia trófica pelágica, sendo utilizado intensamente pelas fases larvares de diversos organismos de importância econômica.

A relevância dessa pesquisa consiste em focar pela primeira vez a biodiversidade do fitoplâncton no sistema estuarino do rio Goiana, suas distribuições espaço-temporais, correlacionando as espécies mais abundantes e frequentes aos parâmetros abióticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema estuarino do rio Goiana está situado no extremo norte do Estado de Pernambuco, limite com o Estado da Paraíba ($7^{\circ} 32' - 7^{\circ} 35' S$ e $34^{\circ} 50' - 34^{\circ} 58' W$). É formado pelos rios Goiana e São Lourenço, localizados inteiramente nele. As margens destes rios delimitam a ilha Tariri, localizada centralmente (Fig. 1).

Nesta área amostras foram coletadas, mensalmente, em quatro estações fixas, no período de março 1992 a fevereiro de 1993, nas baixa-mares e preamares diurnas, em maré de sizígia.

Para o estudo qualitativo do fitoplâncton, as coletas foram feitas, através de arrastos horizontais à superfície com rede de plâncton com abertura de malha de $65\mu m$, durante 3 minutos, e logo após fixadas com formol neutro a 4%.

Em laboratório, para cada amostra retirou-se uma sub-amostra de 0,5 ml, a qual foi inspecionada em microscópio composto ZEISS, sem prévia oxidação, para identificação das espécies mais frágeis; e outra sub-amostra submetida à oxidação para identificação das espécies de diatomáceas, segundo a técnica de Muller-Melchers & Ferrando (1956).

Amostras para análises dos parâmetros físico-químicos foram coletadas com garrafas de Nansen no mesmo local e hora que as amostras de plâncton. Foram obtidos dados da profundidade local através de ecossonda manual (LCD Sounder Plastimo Echotest); de temperatura utilizando um termômetro comum de mercúrio; de salinidade pelo método Mhor-Knudsen, descrito em Strickland & Parsons (1972); de oxigênio dissolvido pelo método de Winkler, descrito em Strickland & Parsons (*op. cit*); da taxa de saturação de oxigênio, segundo a tabela da Unesco (1973); da transparência da água pelo disco de Secchi; do pH utilizando um pH-metro (Beckman Zeromatic II); da demanda bioquímica do oxigênio (APHA, 1985); de nitrito, nitrato e fosfato, através das técnicas descritas em Strickland & Parsons (*op. cit*), do silicato por Grasshoff et al., (1983); e do material em suspensão pelo método de Melo et al (1975).

A análise multivariada dos dados baseou-se no coeficiente de correlação momento-produto de Pearson. A matriz inicial constou de dados de densidade (cel.l^{-1}) dos taxa com frequência acima que 25% e dos principais parâmetros abióticos. A matriz foi submetida a uma padronização por fileira para reduzir os efeitos das diferentes escalas e depois aplicou-se a transformação linearizante $\log(x + 1)$. A classificação utilizada na associação das amostras foi a aglomerativa hierárquica do “peso proporcional” (Weighted Pair Group Method Average Arithmetics- WPGMA). Foi feita uma análise cofenética para medir a validade dos agrupamentos, cujo valor $> 0,8$ é significativo (Rohlf & Fisher, 1968). Na Análise dos Componentes Principais foi calculado o autovetor e o autovalor. Todos estes cálculos foram feitos utilizando o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, Califórnia – USA.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores mínimos, máximos e médios dos parâmetros abióticos registrados nas quatro estações estudadas no sistema estuarino do rio Goiana.

A transparência da água apresentou durante as preamares valores mais elevados que as baixa-mares e houve nítida tendência de decrescer das estações 1 e 4, mais na desembocadura, para as estações 2 e 3 mais à montante. Na baixa-mar, o mínimo foi de 0,07 m, no mês de março/92 na estação 3 e o máximo foi de 1,8 m, em novembro/92 na estação 4 e em fevereiro/93 nas estações 1 e 2. Na preamar, o mínimo foi de 0,1 m, em março/92 na estação 3, e o máximo foi de 1,8 m, em fevereiro/93 na estação 2.

A temperatura manteve-se mais ou menos estável nas 4 estações. Com relação a variação sazonal, apresentou valores mais baixos nos meses de maio a agosto. Na baixa-mar o mínimo foi de 23°C, em julho/92 na estação 4, e o máximo foi de 29,1°C no mês de fevereiro/93, nas estações 2, 3 e 4. Na preamar, o mínimo foi de 24,9°C, em julho/92 na estação 3 e o máximo foi de 29,8°C, em fevereiro/93 na estação 2. A amplitude total em todo período, nas duas marés, foi de 6,8°C.

A salinidade tendeu a diminuir da desembocadura (estações 1 e 4) para a parte mais interna do rio Goiana (estações 2 e 3). Durante as baixa-mares, o mínimo registrado foi de 0,14‰, em julho/92 na estação 3, e o máximo foi de 28,72‰, em fevereiro/93, na estação 1. Na preamar, o mínimo foi 0,16‰, em março, na estação 3, e máximo de 36,61‰, em dezembro/92 na estação 1. Essas baixas salinidades registradas no mês de março resultou da forte precipitação pluviométrica ocorrida neste mês (273,6 mm). Por outro lado, dezembro/92 apresentou a menor taxa pluviométrica (10,4 mm) e a maior salinidade. A amplitude de todo período foi de 36,47‰.

O pH da água durante o ciclo anual variou de neutro a alcalino, tendendo mais a alcalino, principalmente nas preamares. Na baixa-mar, variou de 7,07, em maio/92 na estação 4 a 8,97, em julho/92 na estação 3. Na preamar, variou de 7,57, em abril/92 na estação 2 a 8,38, em março/92 na estação 3. A amplitude anual foi de 1,9.

O oxigênio dissolvido apresentou variação anual bastante irregular. Houve certa tendência de decrescer da desembocadura para a montante do estuário. Na baixa-mar, este parâmetro variou de 0,33 ml.l⁻¹, em março/92 na estação 3 a 5,15 ml.l⁻¹, em maio/92 na estação 1. Na preamar, o mínimo foi de 0,43 ml.l⁻¹, em março/92, e o máximo foi 6,34 ml.l⁻¹, em maio/92 na estação 2. Quanto aos teores de saturação sazonal, durante as baixa-mares, os valores estiveram na sua maioria subsaturados, o mínimo foi 5,75%, em março/92 na estação 3, e o máximo foi 112,5%, em agosto/92 na estação 1. Durante a preamar, os valores apresentaram-se, geralmente supersaturados, com mínimo de 7,48%, em março/92 na estação 3, e máximo de 139,6%, em maio/92 na estação 2.

O menor teor de nitrito foi abaixo de detectável ($< 0,001 \mu\text{mol.l}^{-1}$) nas quatro estações, em ambas marés, e o maior foi de 2,410 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, em março/92, na preamar da estação 3. O nitrato variou de 0,370 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ (agosto/92, preamar, estação 4) a 19,950 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ (maio/92, baixa-mar, estação 4). O menor teor de fósforo foi 0,160 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, na estação 2 preamar de janeiro/93 e o maior foi de 5,140 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, na estação 2, baixa-mar de maio/92. O silicato variou de 3,36 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ em janeiro/93, preamar da estação 1 a 123,060 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ em janeiro/93, na baixa-mar da estação 3.

O material em suspensão apresentou maior quantidade na baixa-mar e na estação 3. Nesta maré, o mínimo foi 6,10 mg.l⁻¹, em janeiro/93 na estação 4, e o máximo foi 358 mg.l⁻¹, em março/92 na estação 3. Na preamar, o valor mínimo foi 8,10 mg.l⁻¹, em janeiro/93 na estação 2, e máximo de 336 mg.l⁻¹, em março/92 na estação 3.

Tabela 1 - Dados hidrológicos mínimos (MÍN), máximos (MÁX) e médios (MÉD) do sistema estuarino do rio Goiana - Pernambuco.

PARÂMETROS ABIÓTICOS	ESTAÇÃO 1			ESTAÇÃO 2			ESTAÇÃO 3			ESTAÇÃO 4		
	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD
Temperatura da água (°C)	24,50	29,60	27,34	24,30	29,80	27,55	23,30	29,60	27,33	23,00	29,50	27,63
Salinidade (‰)	3,67	36,61	21,83	0,73	34,99	17,16	0,14	26,65	8,56	4,47	32,3	17,92
pH da água	7,28	8,27	7,559	7,25	8,28	7,84	7,26	8,97	7,84	7,07	8,13	7,47
Oxigênio dissolvido (ml.l ⁻¹)	2,82	5,75	4,54	1,20	6,34	4,15	0,33	5,89	3,50	2,66	6,50	4,37
Saturação do O ₂ (%)	51,93	120,96	94,05	21,31	139,65	84,48	5,75	116,40	67,47	49,35	137,71	88,45
Transparência da água (m)	0,20	1,80	0,82	0,20	1,80	0,78	0,07	1,10	0,52	0,30	1,80	0,76
Nitrito-N (μmol.l ⁻¹)	< 0,001	0,910	0,195	0,000	0,580	0,221	0,000	2,410	0,361	0,000	1,040	0,205
Nitrato-N (μmol.l ⁻¹)	0,900	11,670	4,112	0,700	9,140	4,708	1,310	10,880	5,509	0,370	19,950	4,609
Fosfato-P (μmol.l ⁻¹)	0,190	1,770	0,812	0,310	5,140	1,133	0,560	2,060	1,328	0,160	2,080	1,147
Silicato-Si (μmol.l ⁻¹)	3,360	57,480	30,700	13,230	87,980	36,740	8,540	123,060	39,670	5,280	83,660	40,860
Material em suspensão (mg.l ⁻¹)	10,60	144,40	42,23	8,10	109,60	45,83	11,30	358,00	65,10	6,10	112,00	38,23

A clorofila *a* aumentou da estação 1 para a estação 4, durante as preamares e da estação 1 para a estação 3, decrescendo na estação 4 durante as baixa-mares. Na estação 1, o valor médio foi de 10,28 mg.m⁻³ na baixa-mar e 5,81 mg.m⁻³ na preamar. Na estação 2 o valor médio para a baixa-mar foi de 10,06 mg.m⁻³ e para a preamar 7,89 mg.m⁻³. Na estação 3, os valores médios para a baixa-mar e preamar foram 13,55 mg.m⁻³ e 8,80 mg.m⁻³, respectivamente. Na estação 4, o valor médio para a baixa-mar foi de 6,89 mg.m⁻³ e para a preamar 9,97 mg.m⁻³.

A produção fitoplancônica variou de 0,29 mgC.h⁻¹.m⁻³ em junho/92 a 196,18 mgC.h⁻¹.m⁻³, em novembro/92, ambas na estação 3. Os valores médios para cada estação foram Estação 1, 16,67 mgC.h⁻¹.m⁻³; estação 2, 13,03 mgC.h⁻¹.m⁻³; estação 3, 47,71 mgC.h⁻¹.m⁻³; e estação 4, 17,51 mgC.h⁻¹.m⁻³.

O microfítoplâncton apresentou alta diversidade taxonômica com 119 espécies (Tab. 2). As diatomáceas totalizaram mais de 75% em todas as amostras, sendo as espécies mais abundantes *Coscinodiscus centralis*, *Actinopterychus splendens*, *Thalassiosira* sp, *Bellerochea malleus* e *Biddulphia regia*. A densidade mínima foi de 40.000 cel.l⁻¹ na estação 2 e a máxima foi de 10.730.000 cel.l⁻¹ na estação 4 (Tab. 3). Destacaram-se as diatomáceas seguidas dos fitoflagelados.

A diversidade específica apresentou valores médios a baixo, com média geral de 2,08 bits.cel⁻¹ para a baixa-mar e 2,17 bits.cel⁻¹ para a preamar. O valor mínimo registrado foi de 0,71 bits.cel⁻¹ na baixa-mar de março/92 na estação 4 e o máximo foi de 3,73 bits.cel⁻¹, na preamar de agosto/92, na estação 1. A equitabilidade variou de 0,20 em novembro/92, preamar da estação 3 a 0,88 nas estações 1 (baixa-mar, setembro/92) e 3 (preamar, agosto/92). A média geral para a baixa-mar foi de 0,63 e para a preamar de 0,67.

Tabela 2 - Biodiversidade do Microfitoplâncton no sistema estuarino do rio Goiana - Pernambuco, no período de março de 1992 a fevereiro de 1993.

<p>CYANOPHYTA <i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing <i>Trichodesmium erythraeum</i> Ehrenberg <i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont <i>Oscillatoria</i> sp <i>Spirulina</i> sp <i>Anabaena</i> sp EUGLENOPHYTA <i>Euglena acus</i> Ehrenberg <i>Euglena</i> sp PHYRROPHYTA <i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin <i>Protoperdinium</i> sp <i>Pyrophacus horologicum</i> Stein <i>Pyrocystis pseudonociliata</i> W. Thompson CHRYSTOPHYTA CENTRICAE <i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus granii</i> Gough <i>Coscinodiscus nitidus</i> Gregory <i>Coscinodiscus oculisindis</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus</i> sp <i>Cyclotella</i> sp <i>Melosira moniliformis</i> (O. Müller) Agardh <i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs <i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Kützing <i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve <i>Thalassiosira gravida</i> Cleve <i>Thalassiosira subtilis</i> (Ostenfeld) Gran <i>Thalassiosira</i> sp <i>Actinocyclus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs <i>Actinocyclus undulatus</i> (Bailey) Ralfs <i>Polymyxus coronalis</i> L. W. Bailey <i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell <i>Guinardia stouteri</i> H. Peragallo <i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell <i>Actinocyclus</i> sp <i>Chaetoceros affinis</i> Lauder <i>Chaetoceros brevis</i> Schütt <i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder <i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve <i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow <i>Chaetoceros mitra</i> (Bailey) Cleve <i>Chaetoceros peruvianus</i> Ehrenberg <i>Chaetoceros teres</i> Cleve <i>Chaetoceros</i> sp <i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurk <i>Biddulphia aurita</i> (Lyngbye) Brebisson & Godey <i>Biddulphia biddulphiana</i> Smith <i>Biddulphia laevis</i> Ehrenberg <i>Biddulphia longicruris</i> Greville <i>Biddulphia regia</i> (Schultze) Ostenfeld <i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey <i>Cerataulus turgidus</i> Ehrenberg <i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow <i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow <i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve <i>Hemiaulus</i> sp <i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg <i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow <i>Streptotheca thamensis</i> Shrubsolei <i>Triceratium alternans</i> Bailey <i>Triceratium favus</i> Ehrenberg</p>	<p><i>Triceratium favus</i> f. <i>quadrata</i> Grunow <i>Eunotogramma</i> sp <i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg <i>Hemidiscus hardmanianus</i> (Greville) Mann Subclasse: PENNATAE <i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round <i>Climacosphephia monilifera</i> (Lyngbye) Kützing <i>Fragilaria capucina</i> Desmazières & Kützing <i>Fragilaria</i> sp <i>Grammatophora angulosa</i> Ehrenberg <i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing <i>Grammatophora oceanica</i> (Ehrenberg) Grunow <i>Licmophora abbreviata</i> Agardh <i>Plagiogramma</i> sp <i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing <i>Rhabdonema punctatum</i> (Harvey & Barley) Stodder <i>Synedra acus</i> Kützing <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg <i>Thalassionema nitzschoides</i> (Grunow) Van Heurck <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow <i>Achnanthes</i> sp <i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg <i>Anomoeis seriata</i> (Brebisson) Clève <i>Caloneis permagna</i> (J. W. Bailey) Clève <i>Frickea lewisiana</i> Heiden <i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Clève <i>Pinnularia nobilis</i> Ehrenberg <i>Pinnularia clerici</i> var. <i>correntina</i> Frenguelli <i>Pinnularia stauroptera</i> (Grunow) Rasenhorst <i>Pleurosigma naviculaceum</i> Brebisson <i>Pleurosigma</i> sp <i>Amphora</i> sp <i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Kützing <i>Amphiprora paludosa</i> Wm. Smith <i>Amphiprora</i> sp <i>Bacillaria paxillifer</i> Gmelin <i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewis <i>Nitzschia obtusa</i> Wm. Smith <i>Nitzschia pungens</i> var. <i>atlantica</i> Cleve <i>Nitzschia seriata</i> Cleve <i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Wm. Smith <i>Nitzschia socialis</i> Gregory <i>Nitzschia</i> sp <i>Campylodiscus clypeus</i> Ehrenberg <i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg <i>Surirella fastuosa</i> var. <i>recedens</i> (Schmidt) Cleve <i>Surirella feibigeri</i> Lewis <i>Surirella</i> sp CHLOROPHYTA <i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg <i>Eudorina</i> sp <i>Scenedesmus</i> sp <i>Ankistrodesmus</i> sp <i>Closterium</i> sp <i>Microsterias borgei</i> f. <i>minor</i> n. var. <i>Straurastrum leptocladum</i> Nordstedt <i>Straurastrum minnesotense</i> Wolle <i>Straurastrum submanfeldtii</i> West <i>Straurastrum</i> sp <i>Straurastrum lobatus</i> (Borgesen) Bourrelly <i>Spirogyra oblata</i> Jao <i>Spirogyra</i> sp</p>
--	---

Tabela3 - Densidade (cel.Γ⁻¹) dos grupos fitoplanctônicos no sistema estuarino do rio Goiana – Pernambuco.

TAXA	ESTAÇÃO 1		ESTAÇÃO 2		ESTAÇÃO 3		ESTAÇÃO 4	
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO
Cianofíceas	0	2.000.000	0	2.560.000	0	1.120.000	0	1.300.000
Euglenofíceas	0	100.000	0	230.000	0	330.000	0	140.000
Dinoflagelados	0	70.000	0	700.000	0	800.000	0	100.000
Diatomáceas	80.000	3.960.000	20.000	3.260.000	50.000	5.400.000	100.000	6.750.000
Fitoflagelados	30.000	1.100.000	20.000	1.500.000	50.000	2.160.000	130.000	2.300.000
Clorofíceas	0	110.000	0	140.000	0	830.000	0	140.000
Total	110000	7340000	40000	8390000	100000	10640000	230000	10730000

A associação das amostras apresentou uma correlação cofenética $r=0,5$, mostrando não haver diferença significativa entre as estações de coleta. Evidenciou-se, contudo, os seguintes subgrupos influenciados pelas marés e períodos sazonais (Fig. 2):

Subgrupo 1: associou os meses com maior intensidade pluviométrica de 1992, e as baixa-mares de todas as estações.

Subgrupo 2: associou os meses com menor intensidade pluviométrica de 1992 com as preamars destes meses.

Subgrupo 3: associou os meses com menor intensidade pluviométrica de 1993 com as preamars destes meses.

Figura 2 – Dendrograma da associação de amostras no sistema estuarino do rio Goiana – PE, no período de março de 1992 a fevereiro de 1993.

A análise dos componentes principais, com base nas espécies mais freqüentes e parâmetros ambientais, mostrou que os três primeiros fatores explicaram 77,83% das variações ocorridas no sistema estuarino do rio Goiana. O Fator 1 explicou 34,17 % da variação dos dados e relacionando as variáveis transparência e oxigênio dissolvido diretamente com *Bacillaria paxillifer*, *Nitzschia sigma* e inversamente com *Chaetoceros lorenzianus*, pH, DBO, material em suspensão, clorofila *a* e a produtividade primária. O Fator 2 explicou 23,34% da variação dos dados e associou positivamente *Biddulphia regia* e *Protoperidinium* sp com a temperatura e salinidade, e todos estes correlacionados inversamente com *Chaetoceros teres*, *Coscinodiscus centralis*, nitrato e fosfato. O Fator 3 explicou 20,32% da variação dos dados e associou positivamente *Gyrosigma balticum* e *Pyrophacus horologicum* ao silicato e estes associados inversamente a *Bellerochea malleus* (Tab. 4).

Tabela 4 - Análise dos Componentes Principais dos taxa fitoplancônicos e parâmetros ambientais no sistema estuarino do rio Goiana – Pernambuco.

TAXA E PARÂMETROS	FATOR 1 (34,17%)	FATOR 2 (23,34%)	FATOR 3 (20,32%)
<i>Actinopterychus splendens</i>	0,092	0,531	-0,313
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	-0,372	0,078	0,589
<i>Bacillaria paxillifer</i>	<u>0,863</u>	0,389	0,153
<i>Bellerochea malleus</i>	0,221	0,453	<u>-0,841</u>
<i>Biddulphia mobiliensis</i>	-0,117	0,234	-0,147
<i>Biddulphia regia</i>	-0,047	<u>0,718</u>	0,050
<i>Chaetoceros affinis</i>	0,447	0,248	0,302
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	-0,475	0,072	-0,621
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	<u>-0,892</u>	0,279	-0,495
<i>Chaetoceros teres</i>	0,632	<u>-0,990</u>	-0,312
<i>Coscinodiscus centralis</i>	-0,318	<u>-0,751</u>	0,300
<i>Euglena</i> sp	-0,172	-0,141	-0,265
<i>Gyrosigma balticum</i>	0,503	0,347	<u>0,702</u>
<i>Nitzschia sigma</i>	<u>0,853</u>	0,134	0,080
<i>Protoperidinium</i> sp	0,129	<u>0,705</u>	0,605
<i>Pyrophacus horologicum</i>	0,252	0,284	<u>0,855</u>
Transparência	<u>0,919</u>	0,038	-0,524
Temperatura	0,695	0,699	-0,144
Salinidade	0,329	<u>0,831</u>	-0,119
pH	<u>-0,829</u>	-0,013	-0,253
Oxigênio dissolvido	<u>0,896</u>	0,264	0,482
Demanda Bioquímica de Oxigênio	-0,611	0,293	0,331
Nitrato	0,203	-0,600	-0,177
Fosfato	0,696	<u>-0,741</u>	-0,129
Silicato	-0,368	-0,022	<u>0,925</u>
Material em suspensão	<u>-0,898</u>	-0,101	0,038
Clorofila <i>a</i>	<u>-0,887</u>	0,389	-0,100
Produção primária	<u>-0,759</u>	0,181	0,614

DISCUSSÃO

O sistema estuarino do rio Goiana apresentou uma mistura intensa dos fluxos marinho e limnético, com predomínio do marinho, podendo ser classificado como homogêneo (tipo C) no período seco e moderadamente estratificado no período chuvoso (tipo B) de acordo com o sistema esquematizado por Tundisi (1970). Segundo a classificação das águas, apresentada no Simpósio de Veneza, em 1959, o estuário teve um regime predominantemente polialino. Esta maior influência salina no sistema estuarino do rio Goiana se faz sentir até as partes mais internas (estação 3), onde nas preamares do período seco chega a alcançar 25‰, sendo fundamental na renovação da águas poluídas à montante do rio.

Nestas áreas mais internas do rio Goiana, o oxigênio dissolvido apresentou baixas taxas de saturação, principalmente durante o período seco e baixa-mares, elevando-se para valores saturados ou mesmo supersaturados nas proximidades da desembocadura. Com base nas taxas de saturação de oxigênio, Macêdo & Costa (1978) criaram um sistema de classificação para os estuários do nordeste do Brasil, estando o do rio Goiana enquadrado nas áreas mais à montante em zona poluída a semi-poluída mudando para zona de baixa saturação à medida que se aproxima da sua desembocadura, alcançando eventualmente zona supersaturada, nas preamares, livre de poluição.

Esta melhor qualidade da água próximo à desembocadura se deve à forte influência marinha, que traz para o sistema estuarino a comunidade fitoplanctônica costeira, sendo as diatomáceas o grupo dominante. É comum o predomínio de diatomáceas nos estuários, correspondendo a 77% da comunidade no sistema estuarino do rio Goiana. A maioria destas espécies são marinhas neríticas eurialinas, onde em outros estuários de Pernambuco chegam a dominar com mais de 80% da comunidade (Passavante, 1979; Eskinazi-Leça et al., 1980; Silva-Cunha et al., 1987/89; Feitosa, 1988; Barros-Franca & Batista, 1991; Lacerda, 1994; Eskinazi-Leça & Koenig, 1995/96; Flores Montes, 1996; Koenig, 1997).

A Análise dos Componentes Principais indicou que os parâmetros bióticos e abióticos analisados explicaram grande parte das variações ocorridas no sistema estuarino do rio Goiana, demonstrando que as espécies e fatores com maior papel ecológico no ambiente são *Bacillaria paxillifer*, *Nitzschia sigma* relacionadas diretamente ao fluxo marinho (maior transparência e O₂) e *Chaetoceros lorenzianus*, pH, DBO, material em suspensão, clorofila *a* e a produtividade primária associados ao fluxo limnético e ao do extensivo manguezal existente na área. O predomínio de *Nitzschia sigma* e *Bacillaria paxillifer* espécies bentônicas indica pouca profundidade local e intensa dinâmica das marés.

Papel ecológico importante, também, tiveram as diatomáceas marinhas eurialinas *Biddulphia regia* e *Coscinodiscus centralis* em conjunto com *Chaetoceros lorenzianus*, embora sejam de origem marinha, por serem generalistas se adaptaram bem às condições do sistema estuarino do rio Goiana, aproveitando de forma ótima os nutrientes.

A associação das amostras do sistema estuarino do rio Goiana indicaram que, para a maioria dos parâmetros ambientais, as diferenças entre os períodos seco e chuvoso e entre as preamares e baixa-mares não foram muito acentuadas, sendo o

sistema comandado em grande parte pelo fluxo marinho. Diferença espacial maior foi observada para a biomassa fitoplancônica, com alta produção nas áreas mais internas do estuário, decrescendo em direção à desembocadura. Esta alta biomassa em termos de clorofila *a* é resultante do florescimento de poucas espécies generalistas (r-estrategistas) como *Biddulphia regia*, *Coscinodiscus centralis*, *Gyrosigma balticum* e *Bellerochea malleus*, dentre outras, gerando uma baixa diversidade de espécies nesta área.

A baixa diversidade de espécies e a alta produtividade permitem caracterizar o sistema estuarino do rio Goiana como eutrofizado, estando sob a influência de vários estressores, principalmente da agroindústria açucareira, tendo o fluxo marinho papel importante como minimizador dos impactos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. 1985. Standard methods for the examination of waste-water. 16 ed. New York, 1268p.
- Barros-Franca, L. & Batista, R. N. 1991. Distribuição e abundância relativa do fitoplâncton no complexo estuarino lagunar de Suape. Anais do 4 Encontro Brasileiro de Plâncton, Recife. p. 97-113.
- Coelho, P. A. & Torres, M. F. A. 1982. Áreas estuarinas de Pernambuco. Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 17: 67-80.
- CPRH. 1997. Companhia Pernambucana para o Controle da Poluição e Recursos Hídricos. Qualidade das águas da Bacia do rio Goiana 1986-1989. Série Publicações Técnicas, Recife, 8, 20p.
- Eskinazi-Leça, E. & Koenig, M. L. 1986. Distribuição das diatomáceas (Bacillariophyceae) na área de Suape (Pernambuco – Brasil). Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 19:73 – 100.
- Eskinazi-Leça, E., Macêdo, S. J. & Passavante, J. Z. O. 1980. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. V. Composição e distribuição do microfitoplâncton na região do Canal de Santa Cruz. Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal Pernambuco, Recife, 15: 185-262.
- Feitosa, F. A. N. 1988. Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Bacia do Pina (Recife - Pernambuco, Brasil). Recife, 270p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco.
- Flores Montes, M. J. 1996. Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Recife, 199p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M. & Kremling, K. (Ed.). 1983. Methods of Seawater Analysis. Verlag Chemie, 2ª edição. 419p.
- Koenig, M. L. 1997. Ecologia e dinâmica do fitoplâncton no estuário do rio Ipojuca, após a implantação do porto de Suape (PE – Brasil). Recife – PE 263p. Tese de Doutorado, Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

- Lacerda, S. R.** 1994. Variação diurna e sazonal do fitoplâncton do estuário do rio Paripe (Itamaracá – Pernambuco - Brasil). Recife. 146p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.
- Macêdo, S. J. & Costa, K. M. P.** 1978. Estudo ecológico da região de Itamaracá - Pernambuco - Brasil. Condições hidrológicas do estuário do Rio Botafogo. *Ciência e Cultura*, 30 (7): 346-368.
- Muller-Melchers, F. C. & Fernando, H. J.** 1957. Plankton Diatoms of the "Tokomaru" voyage (Brazil Coast). *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, São Paulo, 8 (1-2): 111-38.
- Passavante, J. Z. O.** 1979. Produção Primária do Fitoplâncton do Canal de Santa Cruz (Itamaracá). São Paulo, 188p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- Rohlf, F. J. & Fisher, D. L.** 1968. Teste for hierarchical structure in random data sets. *Systematic Zoology*, 17:407-412.
- Silva-Cunha, M. G. G., Eskinazi-Leça, E. & Almeida, C. D. P.** 1987/89. Taxonomia e ecologia do microzooplâncton do estuário do rio Timbó (Pernambuco – Brasil). *Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco, Recife*, 20:35-52.
- Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R.** 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa*, 167:207-211.
- Tundisi, J. G.** 1970. O plâncton estuarino. Contribuições avulsas do Instituto Oceanográfico, São Paulo, série Oceanografia Biológica, 19: 1-22.
- UNESCO.** 1973. International Oceanographic Table. Opeat Britain. Wormly, 2, 141p.