

Estrutura da comunidade fitoplanctônica no gradiente de salinidade do estuário de Cananéia – SP

Marcus E. M. da MATTA¹; Maurea N. FLYNN, ².

Resumo: Realizou-se no estuário de Cananéia a partir da coleta de amostras em dois extremos de salinidade, região da barra 31‰ e mar interno 19‰, a comparação da estrutura fitoplanctônica. Verificou-se pelo índice de Jaccard (0,31) e Sorrensen (0,48) que as comunidades são biologicamente diferentes. A região com menor salinidade obteve a dominância de espécies *Sketetonema costatum* com 23,21% e *Thalassionema nitzschioides* com 20,19% de representatividade, que proporcionaram uma riqueza específica menor no mar interno (41 < 51), enquanto na barra as espécies com maior representatividade foram *Leptocylindricus danicus* com 14,02% e *Cerataulina pelágica* com 10,61%. Concluiu-se então que a estrutura das comunidades fitoplanctônicas estuarinas são distintas nos extremos e que variam no gradiente de salinidade em função da oscilação da maré.

Palavras chaves: gradiente de salinidade, fitoplânctons, estuário, Cananéia.

Abstract: Were analyzed in two extremities of salinity of Cananéia' estuary, region of the Barra 31‰ and Internal Sea 19‰, the comparison of the phytoplankton community structure. Applying index of Jaccard (0,31) and Sorrensen (0,48) was verified that the communities are biological different. The region with lesser salinity got the dominance of the *Sketetonema costatum* with 23,21% and *Thalassionema nitzschioides* with 20,19% of representatives, that had provided a lesser specific richness in the internal sea (41 < 51), while in the Barra the species with bigger representatives had been *Leptocylindricus danicus* with 14,02% and *Cerataulina pelagica* with 10,61%. It concluded that the structures of the estuary phytoplankton communities were different in the extremities and that they vary in the gradient of salinity in function of the oscillation of the tide.

Keyword: phytoplankton, Cananéia estuary, gradient of salinity, species diversity.

1. INTRODUÇÃO

A região de Cananéia localiza-se no litoral extremo sul do estado de São Paulo, latitude 25°S e longitude 48°W se destaca por possuir características fisiográficas que formam um Sistema Estuarino Lagunar. Os estuários são caracterizados por possuírem elevado número de fitoplânctons neríticos, produtores primários do ecossistema marinho, sendo considerados pela fartura de nutrientes viveiros ideal para peixes (KUTNER, 1972).

¹ Turismólogo, graduando em Engenharia Ambiental pela Faculdades Oswaldo Cruz, especialista em Gestão Ambiental pela FSP- USP, Doutorando em Ciências FM-USP. E-mail: marcus@intertox.com.br

² Bióloga UERJ, Mestre e Doutora em Oceanografia pela USP, professora da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

A distribuição dos fitoplânctons na região estuarina depende principalmente dos fatores salinidade e temperatura (KETCHUM, 1954 in Kutner, 1972), que regulam e limitam a abundâncias das espécies, sendo esse primeiro o principal fator controlador apontado por diversos autores (KUTNER, 1972; SAGERT et al, 2005).

A variação de salinidade no estuário conforme estudos prévios realizados por Teixeira (1969), Kutner (1972), Schaeffer-Novelli (1990) recebe influência direta da oscilação da maré. O estuário de Cananéia troca água com Canal Ararapira, que contorna a Ilha do Cardoso, pelos riachos Taquari, Ipiranguinha e Itapitangui situados na área continental ao Sul da Ilha de Cananéia, dos riachos Iririala Açu, Paratiú Nanaú, Condeiro e Subaúma na região central da Ilha Comprida e do Rio Valo Grande ao Sul de Iguape (SCHAEFFER-NOVELLI et al, 1990).

O clima da região de Cananéia é característico da região subtropical e possui altos índices pluviométricos (KUTNER, 1972). Por estar localizada ao Sul do Trópico de Capricórnio tem radiação solar moderada, variando entre 197,14 ly/d em Junho (inverno) a 425,8 ly/d em Janeiro (verão), tendo média anual de 133,569 ly (SCHAEFFER-NOVELLI et al, 1990). A temperatura média do ar durante o ano é de 21°C, variando de mínima no inverno de 7°C e máxima no verão de 24,5°C (SCHAEFFER-NOVELLI et al, 1990). A temperatura média da água é de 23,8°C, podendo variar diariamente 7,9°C, a temperatura máxima durante o verão é de 27,7°C e durante o Inverno 19,8°C (SCHAEFFER-NOVELLI et al, 1990).

No intuito de contribuir com estudos da dinâmica populacional em regiões estuarinas e para formação de referência dessa dinâmica em área de proteção ambiental com pouca influência de poluição por fontes antrópicas, o objetivo desse trabalho foi comparar a estrutura da comunidade fitoplanctônica em dois pontos extremos de salinidade do estuário de Cananéia, pela avaliação dos índices de similaridade, dominância e abundância de espécies entre as áreas e estabelecendo um gradiente de salinidade para as espécies.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se duas amostragens em pontos distintos do estuário de Cananéia, uma na região do mar interno que sofre maior influência da água doce proveniente dos rios e outra na barra, que sofre maior influência do mar aberto, portanto setor euhalino, conforme figura 01.

Em cada ponto de amostragem foram coletadas amostras de água e de fitoplânctons. Amostras de água foram armazenadas em compartimento refrigerado e determinadas no laboratório os parâmetros salinidade e coliformes. No momento da coleta utilizando pHmetro e termômetro foram verificados o pH e temperatura da água.

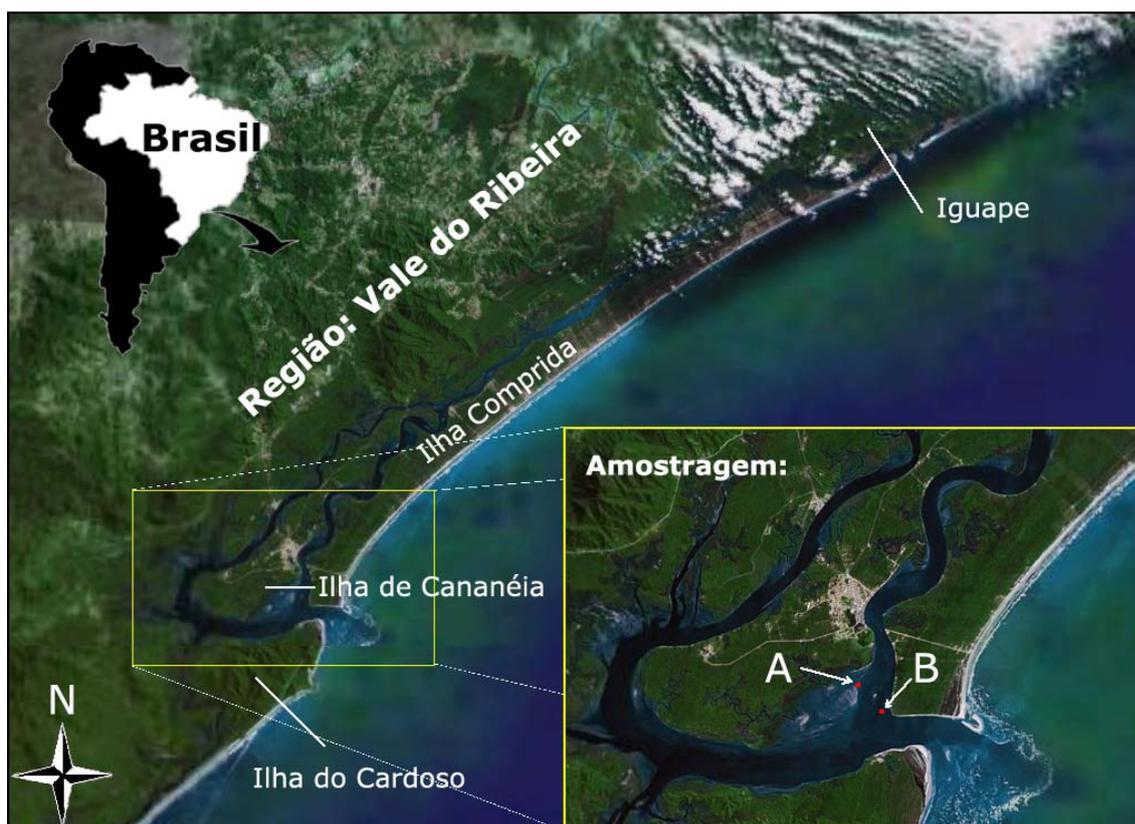


Figura 01 – Vista aérea da região sul do estuário de Cananéia.

Legenda: A: Mar interno; B: Barra

Para coleta de fitoplânctons utilizou-se um coletor (rede filtro com 70 μ m) com aro de abertura de 20 centímetros, amarrado a três cabos de náilon ligados a uma corda com cerca de 8 metros. O procedimento adotado foi colocar o coletor na água com o barco em movimento (lento - 1 nó), aguardar a submersão do coletor e manter 1 minuto submerso. Após a retirada do mar do coletor, foi aguardado o esvaziamento da água que estava na rede e desatarraxado o copo inferior do coletor, que conteve os plânctons. A amostra foi armazenada numa solução de formol 1/10, conforme apresentado na figura 02.



Figura 02 - Procedimentos adotados para coleta de plânctons

Esse material foi analisado por especialistas da Faculdade de Oceanografia da USP, que quantificaram as espécies de fitoplânctons até o menor nível taxonômico possível. Os resultados dessas quantificações foram analisados aplicando índices que descrevem a situação dessas comunidades sob o *stress* ambiental e natural da diferença de salinidade.

Em cada ponto de amostragem determinou-se a riqueza específica (r_s) e a abundância total (N), que representam respectivamente o número de espécies e o total de indivíduos independente da espécie que compõe a comunidade.

Verificou-se a similaridade entre as comunidades pelos índices de Jaccard e de Sorensen, aplicando os seguintes cálculos.

$$\text{Índice de Jaccard: } j = \frac{a}{a + b + c}$$

$$\text{Índice de Sorensen: } S = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Onde: **a** - Quantas espécies possuem indivíduos nas duas regiões, A e B (+/+)

b - Quantas espécies possuem indivíduos em A e não possuem em B (+/-)

c - Quantas espécies não possuem indivíduos em A e possuem em B (-/+)

O índice de Dominância (D) nas comunidades, para verificar a presença de indivíduos com maior representatividade que outros, aplicando o seguinte cálculo:

$$D = \sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

Onde: n = Abundancia da espécie

N = Abundância total

O índice de diversidade (H), que representa a incerteza na identificação de um indivíduo retirado ao acaso de uma comunidade, sendo calculado pelo índice de Shannon (1948), conforme fórmula abaixo:

$$H = \sum_{i=1}^{\infty} \left(\ln\left(\frac{n_i}{N}\right) \times \frac{n_i}{N} \right)$$

Onde: n = Abundancia da espécie

N = Abundância total

No intuito de visualizar a representatividade das espécies presentes nos estaremos do gradiente de salinidade, foi elaborado um gráfico com os seguintes critérios:

- Seleção de espécies do mar interno e barra com abundância máxima de 12 indivíduos em pelo menos uma das regiões.
- Ordenamento em ordem decrescente por representatividade das espécies presentes apenas no mar interno; seguido do ordenamento em ordem decrescente por representatividade das espécies presentes no mar interno e na barra; por fim o ordenamento em ordem decrescente por representatividade das espécies presentes apenas na barra.

3. RESULTADOS

Em nenhuma amostra foi detectada a presença de coliformes fecais e a salinidade entre os pontos de amostragem tiveram diferença de 12‰ (tabela 01).

TABELA 01 – Parâmetros físico-químicos das amostras do estuário de Cananéia.

PARÂMETRO	MAR INTERNO	BARRA
Data	19/08/2006	19/08/2006
Hora	14:30	16:00
Profundidade (m)	1,3	20
Temperatura do ar (°c)	19	20
pH (eq/kit)	8,0/8,0	7,9/7,0
Coliformes	negativo	negativo
Temperatura	21,8°C	20,5°C
Turbidez	0,85 m	1,15 m
Alcalinidade	--	--
Salinidade	19 ‰	31 ‰

As espécies de fitoplânctons foram quantificadas até o menor nível taxonômico e estão apresentadas na tabela 02.

TABELA 02 – Abundância e representatividade das espécies de fitoplâncton amostradas nas regiões do mar interno e barra no estuário de Cananéia

Espécies	Mar Interno		Barra	
	n	%	n	%
<i>Actinocyclus curvatus</i>			3	0,57
<i>Actinoptychus senarius</i>	2	0,38		
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	8	1,51	8	1,52
<i>Asteromphalus flabellatus</i>	1	0,19	1	0,19
<i>Bacillaria paxillifera</i>	1	0,19		
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>			1	0,19
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>			37	7,01
<i>C. fusus</i>	2	0,38	9	1,70
<i>C. massiliense</i>	1	0,19	7	1,33
<i>C. tripos</i>	4	0,75	1	0,19
<i>Cerataulina pelagica</i>	1	0,19	56	10,61
<i>Ceratium furca</i>	3	0,57	7	1,33
<i>Chaetoceros compressus</i>			2	0,38
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	68	12,83	41	7,77
<i>Chaetoceros dadayi</i>			2	0,38
<i>Chaetoceros laevis</i>			7	1,33
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	36	6,79	29	5,49
<i>Chaetoceros peruvianus</i>			2	0,38
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	12	2,26	4	0,76
<i>Chaetoceros tetrastichon</i>			7	1,33
<i>Corethron criophilum</i>			2	0,38
<i>Coscinodiscus centralis</i>			1	0,19
<i>Coscinodiscus granii</i>	2	0,38		
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	1	0,19		
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	1	0,19		
<i>Cyclotella sp</i>	1	0,19		
<i>Cylindrotheca closterium</i>			5	0,95
<i>Cymatosira sp</i>	22	4,15		
<i>Diplopsalis lenticula</i>	3	0,57		
<i>Ditylum brightwellii</i>	2	0,38	16	3,03
<i>Guinardia flacida</i>	1	0,19	13	2,46
<i>Gymnodinium sp</i>			3	0,57
<i>Gyrosigma balticum</i>	1	0,19		
<i>Hemiaulus hauckii</i>	1	0,19	17	3,22

Cont tabela 02

Espécies	Mar Interno		Barra	
	n	%	n	%
<i>Hemiaulus membranaceus</i>			10	1,89
<i>Hemiaulus sinensis</i>			1	0,19
<i>Hemidiscus sp</i>			1	0,19
<i>Lauderia annulata</i>			2	0,38
<i>Leptocylindricus danicus</i>	47	8,87	74	14,02
<i>Lioloma pacificum</i>			12	2,27
<i>Lithodesmium undulatum</i>			3	0,57
<i>Melosira moniliformes</i>	9	1,70		
<i>Melosira nummuloides</i>	4	0,75		
<i>Meuniera membranacea</i>	4	0,75	12	2,27
<i>Navicula lyra</i>	3	0,57		
<i>Nitzschia constricta</i>			2	0,38
<i>Odontella auricula</i>	2	0,38		
<i>Odontella mobiliensis</i>	6	1,13	2	0,38
<i>Odontella sinensis</i>			1	0,19
<i>Oscillatoria</i>			12	2,27
<i>Paralia sulcata</i>	18	3,40	3	0,57
<i>Pleurosigma normanii</i>			2	0,38
<i>Podolampas sp</i>	1	0,19	1	0,19
<i>Proboscia alata</i>			12	2,27
<i>Prorocentrum micans</i>			2	0,38
<i>Protoperidinium sp</i>	2	0,38	2	0,38
<i>Pyrocystis lunula</i>	3	0,57	1	0,19
<i>Rhizosolenia hyalina</i>			17	3,22
<i>Rhizosolenia imbricata</i>			2	0,38
<i>Rhizosolenia robusta</i>	2	0,38		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	1	0,19		
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	22	4,15	15	2,84
<i>Sketetonema costatum</i>	123	23,21		
<i>Stephanophyx turris</i>			1	0,19
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>			4	0,76
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	107	20,19	43	8,14
<i>Thalassiosira sp</i>			9	1,70
<i>Thalassiosira sp</i>	1	0,19		
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>			1	0,19
<i>Triceratium sp</i>	1	0,19		

Analisando a estrutura das comunidades do mar interno e barra com a aplicação dos métodos descritos, foram obtidos os parâmetros de riqueza específica, abundância total e índices de dominância e diversidade (Tabela 03).

TABELA 03 – Riqueza específica, abundância total, dominância e diversidade.

Análise da comunidade fitoplanctônica	Mar Interno	Barra
Riqueza específica (rs)	41	51
Abundância total (N)	530	528
Dominância (D)	0,13	0,06
Diversidade Shannon (H)	2,51	3,23

Pela construção do gráfico de similaridade calculada pelos índices de Jaccard e Sorensen, as comunidades das regiões amostradas são classificadas como diferentes (Figura 03).

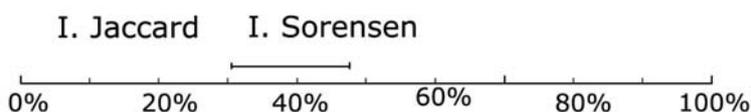


Figura 03 – Linha de similaridade entre as espécies fitoplanctônica do mar interno e da barra, estuário de Cananéia, 2006.

Para visualizar a representatividade das espécies de fitoplâncton mais abundantes nos extremos da variação de salinidade, foi construído o gráfico abaixo (figura 4).

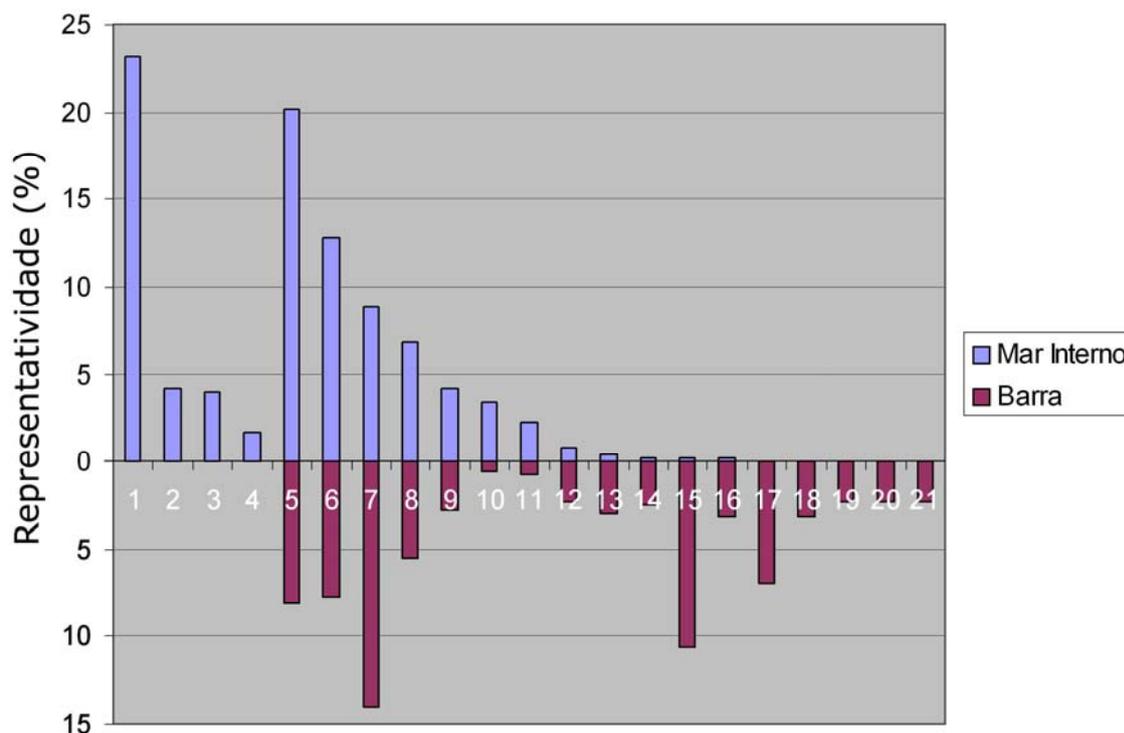


Figura 04 – Distribuição do fitoplâncton no gradiente de salinidade entre o Mar Interno e Barra no estuário de Cananéia

Legenda: 1 - *Skeletonema costatum*; 2 - *Cymatosira sp*; 3 - *Melosira nummuloides*; 4 - *Melosira moniliformes*; 5 - *Thalassionema nitzschioides*; 6 - *Chaetoceros curvisetus*; 7 - *Leptocylindricus danicus*; 8 - *Chaetoceros lorenzianus*; 9 - *Rhizosolenia styliformis*; 10 - *Paralia sulcata*; 11 - *Chaetoceros pseudocurvisetus*; 12 - *Meuniera membranacea*; 13 - *Ditylum brightwellii*; 14 - *Guinardia flacida*; 15 - *Cerataulina pelagica*; 16 - *Hemiaulus hauckii*; 17 - *Bacteriastrum hyalinum*; 18 - *Rhizosolenia hyalina*; 19 - *Oscillatoria*; 20 - *Proboscia alata*; 21 - *Lioloma pacificum*.

4. DISCUSSÃO

Verificou-se pelos parâmetros físico-químicos encontrados nas regiões a existência de extremos de salinidade entre a região da barra (31‰) e do mar interno (19 ‰), formando assim um gradiente de salinidade entre as áreas.

Em relação à similaridade das comunidades fitoplanctônicas nas regiões amostradas, indicada pelo índice de Sorensen, menos conservador, foi inferior a 50%, sendo assim, constata-se que as comunidades são biologicamente diferentes.

A diversidade calculada pelo índice de Shannon é utilizada em muitos estudos para avaliar a ocorrência de poluição numa amostra biológica, valores >3 são considerados indicadores de condição não poluída, valores entre 1 e 3 de poluição moderada e < 1 de alta poluição (WILHM & DORRIS, 1968 in PONTASCI & BRUSVEN, 1988). Verificou-se pelo índice de Shannon que a região do mar interno enquadra-se na segunda categoria (2,51) moderadamente poluído. Pela região ser uma Área de Proteção Ambiental e por não possuir histórico de contaminações e de empreendimentos geradores de alta poluição, podemos relacionar esse índice com o stress provocado pela oscilação da salinidade no mar interno.

A abundância de indivíduos nas regiões foi equivalente, porém a diversidade de espécies medidas pela riqueza específica foi menor no mar interno (41 rs $<$ 51 rs). Dessa forma a dominância de espécies no mar interno é maior que na barra ($D' 0,13 > 0,06$), isso pode ser verificado, pois as cinco espécies mais dominantes do mar interno representam 72% da abundância, sendo elas a *Sketetonema costatum* (23,21%), *Thalassionema nitzschioides* (20,19%), *Chaetoceros curvisetus* (12,83%), *Leptocylindricus danicus* (8,87%), *Chaetoceros lorenzianus* (6,79%). Enquanto na barra as cinco espécies mais dominantes representam 47,5% da abundância, sendo elas *Leptocylindricus danicus* (14,02%), *Cerataulina pelágica* (10,61%), *Thalassionema nitzschioides* (8,41%), *haetoceros curvisetus* (7,77%), *Bacteriastrum hyalinum* (7,01%). Essa constatação pode ser facilmente verificada pelo gráfico apresentado na figura 04.

Sengundo Margalef (1967 in Kutner, 1972) a *Skeletonema costatum* tem capacidade de reprodução muito rápida (uma a quatro por dia) e se desenvolve até atingir esgotamento dos elementos nutritivos do meio, portanto sua capacidade de ser dominante no ambiente é maior que das outras diatomáceas. No estudo realizado por Kutner (1972) de monitoramento anual dos fitoplânctons, a *Thalassionema nitzschioides* também foi a segunda espécie mais abundante nas regiões com menor salinidade. A

Skeletonema costatum e *Thalassiosira* também foram as diatomáceas mais abundantes nas amostragens realizadas na Baía de Dabob cuja salinidade oscilou abaixo de 29‰ (HORNER et al, 2005).

Na região com maior influência euhalina (setor 1) do estudo realizado no estuário de Urdaibai, Espanha (ORIVE et al, 1997), verificou-se que a *Skeletonema costatum* foi a espécie mais abundante até o nível de salinidade de 30‰, quando a *Leptocylindricus danicus* se tornou a espécie mais abundante, verifica-se que essa segunda espécie como apresentado no gradiente de salinidade, tem alta representatividade em ambos extremos do gradiente, sendo dominante na região da barra quando a salinidade chegou a 31 ‰.

5. CONCLUSÃO

Verificou-se que as espécies de fitoplanctons sofrem influência direta da oscilação de salinidade, formando nos extremos comunidades distintas. A *Skeletonema costatum* pela rápida taxa de crescimento proporciona a região do mar interno por sua dominância uma menor diversidade. Chegando assim a mesma conclusão do estudo realizado no estuário de Changjiang (GAO & SONG, 2005), que o rápido crescimento de determinadas espécies proporcionam uma baixa diversidade.

6. BIBLIOGRAFIA

ARIMORO, F. O.; IKOMI, R. B.; IWEGBUE, C. M.A. Water quality changes in relation to Diptera community patterns and diversity measured at an organic effluent impacted stream in the Niger Delta, Nigeria. **Ecological Indicators** xxx, 2006.

GAO, Xuelu; SONG, Jinming. Phytoplankton distributions and their relationship with the environment in the Changjiang Estuary, China. **Marine Pollution Bulletin**. V.50, p. 327–335, 2005.

HORNER, Rita A; POSTEL, James R.; HALSBAND-LENK, Claudia, PIERSON, James J.; POHNERT, Georg; WICHARD, Thomas. Winter-spring phytoplankton blooms in Dabob Bay, Washington. **Progress in Oceanography** v. 67, 286–313, 2005.

JACCARD P. Lois de distribution florale dans la zone alpine. **Soc. Vaud. Sci. hath. Bull.** 38, 69, 1902.

KUTNER, Miryam Burda. **Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia**. Instituto Oceanográfico da USP. Tese para obtenção do título de “Doutor em Ciências”, 1972.

ORIVE, Emma; IRIARTE, Arantza; DE MADARIAGA, Iosu, REVILLA, Marta. Phytoplankton blooms in the Urdaibai estuary during summer: physico-chemical conditions and taxa involved. **Oceanologica Acta** - VOL. 21 - No2, 1997.

PONTASCI, K. W.; BRUSVEN, M. A. Diversity and community comparison indices: assessing macroinvertebrate recovery following a gasoline spill. **War. Res.** Vol. 22, No. 5, pp. 619-626, 1988.

SAGERT, Sigrid; JENSEN, Dorte Krause; HENRIKSEN, Peter; RIELING, Thorsten, SCHUBERT, Hendrik. Integrated ecological assessment of Danish Baltic Sea coastal areas by means of phytoplankton and macrophytobenthos. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 63 p.109–118, 2005.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara; MESQUITA, Hilda S. The Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. **Estuaries** V. 13 n.2, p. 193-203, 1990.

Shannon C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Tech. J.** 27, 379-423; 623-656, 1948.

TEIXEIRA, Clovis. **Estudo sobre algumas características do fitoplâncton da região de Cananéia e o seu potencial fotossintético.** Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. Tese para obtenção do título de Doutor em Ciências, 1969.

WILHM J. L. DORRIS T. C. Biological parameters for water quality criteria. **Bioscience** v.18, 477-481, 1968.