

**ALGAS MARINHAS BENTÔNICAS DA BAÍA DE SANTOS – ALTERAÇÕES
DA FLORA NO PERÍODO DE 1957 – 1978**

**MARINE BENTHIC ALGAE OF SANTOS BAY – CHANGES IN THE FLORA
BETWEEN 1957 – 1978**

Eurico C. de Oliveira F^o e Flávio A.S. Berchez⁽¹⁾

SUMMARY – The first seaweed flora of a Brazilian region was published by Joly in 1957, in a paper that is considered a milestone in Brazilian Phycology. In that paper Joly referred to the existence in the Santos Bay area, of 105 species, being 4 Cyanophyceae, 22 Chlorophyceae, 16 Phaeophyceae and 63 Rhodophyceae. In a survey carry out between 1976-1978, collecting in the very same places visited by Joly we were able to find out only 68 species, being 4 Cyanophyceae, 19 Chlorophyceae, 6 Phaeophyceae and 39 Rhodophyceae. Of these 68 species, 17 represent newcomers into the area, which makes the number of former species that are no longer in the area to rise to 54 species. This means that over 50% of the original flora have disappeared from the area in a period of 20 years. The data also show that the brown algae were the most sensitive group to the environmental changes, since its decrease amounted to 62,5%. A comparasion between the proportion of the groups in the fifties and in the seventies shows a small decrease in the red and a relative increase in the percentage of green and blue-green algae. Though the general pollution of the Santos region was not monitored in the period, it is notorious and is supposed to be responsible for most of the detected changes. The comparison of the Santos flora with that of neighbour regions points out that pollution should already had its influence on the floristic composition of the area even in the fifties.

RESUMO – O primeiro trabalho com caráter de flora a tratar das algas marinhas do Brasil foi publicado por Joly, em 1957, sobre a flora marinha da região de Santos, tendo-se constituído no marco mais significativo da Ficologia Brasileira. No referido trabalho Joly refere a existência de 105 espécies sendo 4 Cianofíceas, 22 Clorofíceas, 16 Feofíceas e 63 Rodofíceas. Em levantamento que efetuamos no período de 1976-1978, coletando exatadamente nos mesmos pontos visitados por Joly, encontramos apenas 68 espécies, sendo 4 Cianofíceas, 19 Clorofíceas, 6 Feofíceas e 39 Rodofíceas. Destas 68 espécies, 17 devem ter sido introduzidas recentemente e constituem novas referências para a área o que aumenta para 54 o número de espécies que existiam anteriormente na região e que não são mais encontradas no local. Isto significa que mais de 50% da flora original desapareceu nos últimos 20 anos. Os dados mostram ainda que as algas pardas foram as mais sensíveis às mudanças ambientais tendo havido uma diminuição de 62,5% no número de espécies que existiam na região na década de 50. Uma comparação da proporção de cada grupo nas décadas de 50 e 70 evidencia que houve uma pequena redução na representaçãodas algas vermelhas e um aumento relativo na representação das algas verdes e azuis. Embora a poluição geral da Baía de Santos não tenha sido monitorada nestes 20 anos seu aumento é notório e a ela devem ser atribuídas a maior parte das alterações detectadas na flora. A comparação da flora de Santos com a de regiões limítrofes leva à conclusão de que os efeitos da poluição já deviam exercer sua influência na composição florística da região mesmo na década de 50.

INTRODUÇÃO

Embora a região de Santos-São Vicente tivesse servido de abrigo à primeira expedição portuguesa ao Brasil onde foi criado o primeiro núcleo colonial, ela passou quase desapercebida às várias expedições científicas que visitaram o país em diferente oca-

(1) Depto. de Botânica, Instituto de Biotécnicas, Universidade de São Paulo - CP 11461, 05421 São Paulo.

Por volta de 1950, o Professor A.B. Joly iniciou seus estudos sobre as algas marinhas de Santos-São Vicente, publicando o levantamento da flora bentônica em 1957, em um trabalho que constitui verdadeiro marco da Ficologia Brasileira.

No período de 1976-1978, em colaboração com estagiários e alunos, tivemos oportunidade de realizar várias excursões seguindo o plano original de coletas traçado por A.B. Joly, com o objetivo de verificar as alterações florísticas da região neste período de aproximadamente 20 anos. Incluímos também nos resultados material coletado em excursões esporádicas realizadas nos anos 1972 e 1973.

Alterações Florísticas

A literatura é rica em referência de alterações florísticas em regiões mais ou menos restritas ocasionadas por mudanças súbitas das condições ambientais, tais como vulcanismo (Doty 1967) e derramamento de petróleo (Diaz-Piferrer 1962), ou mudanças experimentais, como denudamento de áreas limitadas (Oliveira F^o & Sazima 1973), ou remoção de certos animais (Oliveira F^o & Paula 1977). Entretanto, são poucos os trabalhos que tratam de alterações em áreas mais amplas e sujeitas a modificações graduais em intervalos de tempo mais prolongados (Cotton 1935, Jones 1974), não havendo referência destes estudos no Brasil, mesmo porque os trabalhos mais detalhados sobre nossa flora marinha são relativamente recentes.

MATERIAL E MÉTODOS

A região foi visitada a intervalos irregulares especialmente durante o período de 1972-1973 e mais sistematicamente de 1976-1978 (Tabela 1). As estações de coleta estão assinaladas na figura 1, tendo-se mantido a mesma numeração utilizada por Joly (1957). O perfil apresentado na figura 2 foi feito utilizando-se um quadrado com 50 cm de lado. O nivelamento foi efetuado segundo Oliveira F^o e Mayal (1976). O material coletado encontra-se depositado no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo (SPF).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coletas realizadas no período de 1972 a 1978 na região da Baía de Santos (Figura 1, Tabela 1), mostraram a ocorrência de 68 espécies, assim distribuídas: 4 Cyanophyceae, 19 Chlorophyceae, 6 Phaeophyceae e 39 Rhodophyceae.

De um modo geral, a biomassa na região é baixa, apresentando-se um pouco mais elevada nos pontos colonizados por *Ulva fasciata*. Além disto, na análise dos números apresentados nas tabelas deve se levar em conta que várias espécies apresentam-se estéreis ou pouco desenvolvidas, que algumas são muito raras, tendo sido encontradas uma única vez, e que de *Sargassum cymosum* foi encontrado um único exemplar, mal desenvolvido.

Embora a diversidade de Rodofíceas seja cerca de duas vezes superior à de Clorofíceas, a paisagem geral dos costões expostos nas mares baixas apresenta-se esverdeada devido à maior biomassa deste grupo de plantas, destacando-se pela sua quantidade *Ulva fasciata*, *Enteromorpha lingulata* e *Caulerpa fastigiata*, a primeira bem conhecida da literatura como indicadora de águas eutrofizadas (Cotton 1935). Dentre as algas vermelhas as espécies que ocorrem com maior frequência e abundância são *Bryocla-*

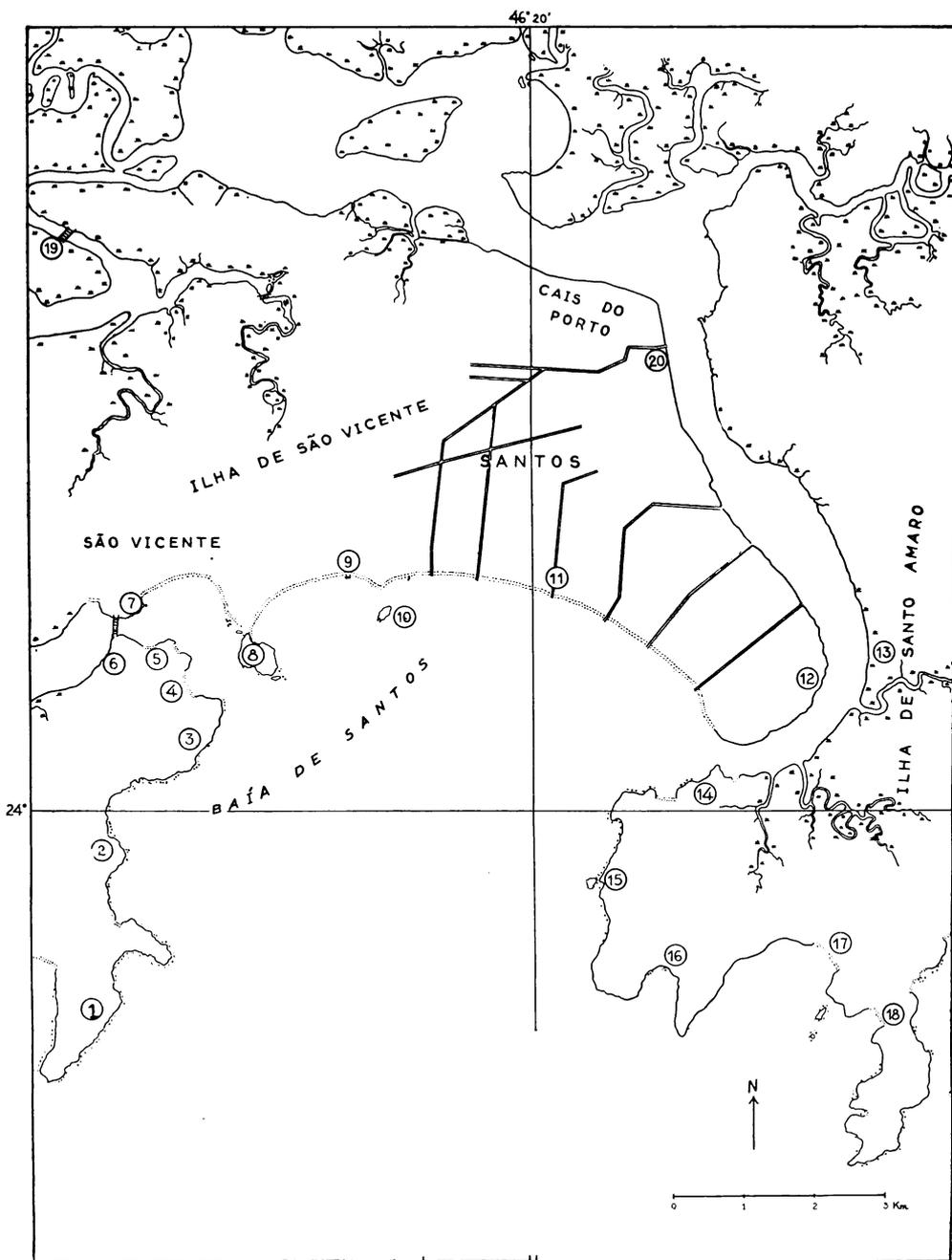


Fig. 1 — Mapa da Baía de Santos mostrando as estações de coleta (seg. Joly 1957). Fig. 1 — Map of the Santos Bay area showing the studied places (after Joly 1957).

mento no costão varia não só com a estação mas também com qualquer outro agente que perturbe a comunidade por ser uma espécie oportunista e de rápido desenvolvimento. A zona de *Tetraclita* apresenta densidade muito variável localizando-se entre a de *Chthamalus* e a de *Mytilus*. Na parte mais inferior, no limite das marés baixas de lua, aparece uma zona de *Balanus*, também com desenvolvimento variável, dependendo do lugar. Nas poças de maré aparecem outros organismos, entre os quais *Caulerpa fastigiata*, *Grateloupia filicina*, *Gigartina teedii*, *Gelidium* sp., *Oscillatoria* sp. e *Enteromorpha lingulata*, além de algumas espécies epífitas.

A tabela 2, contruida com a descrição dada por Joly (1957), com base em um levantamento realizado em 1973 e com os dados da figura 2, embora não inclua informações estritamente comparáveis, por terem sido obtidas com metodologia diferente, permite verificar a existência das quatro zonas básicas, caracterizadas por *Littorina*, *Chthamalus*, *Tetraclita* e *Mytilus*. Desta comparação verifica-se claramente uma nítida redução da diversidade nos últimos 20 anos.

TABELA 2. Esquema simplificado da zonação de costão batido na região de Itaipu-Itapeva, realizado em 2 períodos diferentes mostrando a distribuição relativa dos organismos. *Comparioson of the vertical distribution of organisms in Itaipu-Itapeva exposed rocky-shore area in 3 different times.*

ITAIPU 57*	ITAIPU 73	ITAPEVA 78
LITTORINA	LITTORINA	LITTORINA
CHTHAMALUS	CHTHAMALUS	CHTHAMALUS
Porphyra	Porphyra	Porphyra
Chaetomorpha	Chaetomorpha	
Chnoospora		
Ulva		
Ralfsia		
TETRACLITA	TETRACLITA	TETRACLITA
Arthrocardia	Ralfsia	Ralfsia
Amphiroa	Arthrocardia	Centroceras
Hypnea	Ceramium	
Centroceras		
Lomentaria		
Ceramium		
Cladophoropsis		
Ulva		
Bryopsis		
Colpomenia		
Ectocarpus		
MYTILUS	MYTILUS	MYTILUS
Dictyopteris		Ulva
Pterosiphonia		Chaetomorpha
Bryocladia		

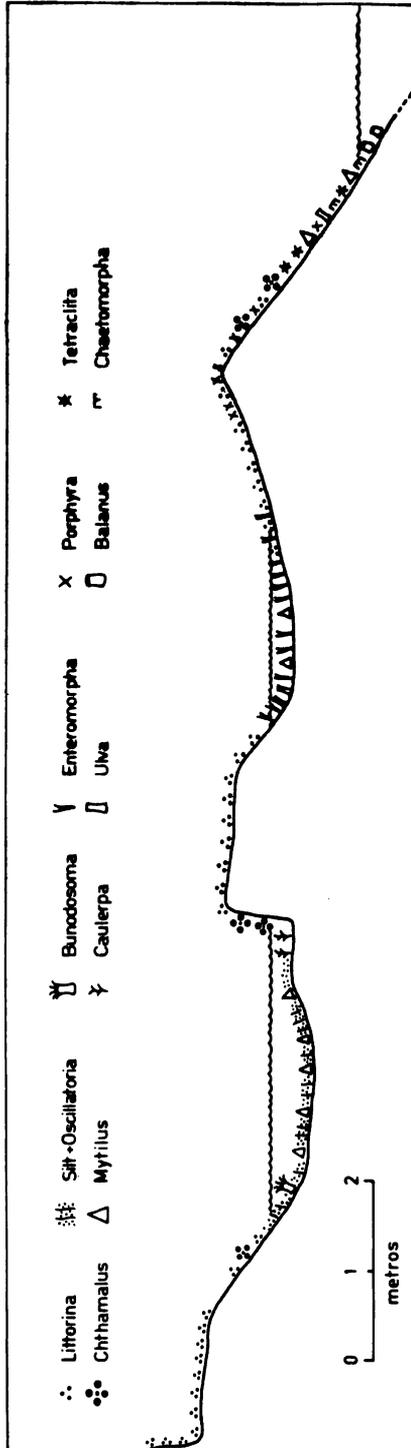


Fig. 2 - Transeção perpendicular ao costão de Itapeva mostrando a perfil do local e a distribuição dos organismos mais representativos. Fig. 2 -- *Transect of a rock-shore at Itapeva showing the distribution of the more conspicuous organisms.*

TABELA 4. Comparação das floras das décadas de 50 a 70, mostrando as espécies de uma década que não estão representadas na outra. *Comparison of the floras of the 50's and 70's showing the taxa that are present in one period and absent in the other.*

Espécies da década de 50 ausentes na de 70	Espécies da década de 70 ausentes na de 50
<p><i>Monostroma latissimum</i> (1) <i>Rhizoclonium riparium</i> <i>Cladophoropsis membranacea</i> <i>Bryopsis indica</i> <i>Halicystis pyriformis</i> <i>Ectocarpus breviarticulatus</i> <i>Ectocarpus irregularis</i> (2) <i>Ectocarpus mitchellae</i> (3) <i>Dictyota ciliolata</i> (4) <i>Spatoglossum schroederi</i> <i>Levringia brasiliensis</i> <i>Petalonia fascia</i> <i>Chnoospora pacifica</i> (5) <i>Sargassum cymosum</i> v. <i>stenophyllum</i> (6) <i>Falkenbergia hillebrandii</i> <i>Pterocladia pinnata</i> (7) <i>Gelidiella taylori</i> <i>Peyssonnelia simulans</i> <i>Peyssonnelia polymorpha</i> <i>Fosliella lejolisii</i> <i>Goniolithon</i> sp. (8) <i>Corallina officinalis</i> <i>Arthrocardia stephensonii</i> <i>Callophyllis</i> sp. <i>Cryptonemia crenulata</i> <i>Halymenia rosea</i> <i>Catenella repens</i> <i>Gelidiopsis tenuis</i> <i>Plocamium brasiliense</i> <i>Leptofauchea brasiliensis</i> <i>Rhodomenia palmetta</i> (9) <i>Lomentaria rawitscheri</i> <i>Champia parvula</i> <i>Champia</i> sp. <i>Mesothamnion boergesenii</i> <i>Callithamnion felipponei</i> <i>Ceramium gracilimum</i> v. <i>bysoideum</i> <i>Spyridia filamentosa</i> <i>Cryptopleura lacerata</i> <i>Laurencia</i> sp. <i>Acanthophora spicifera</i> <i>Polysiphonia decussata</i> <i>Polysiphonia howei</i> <i>Herposiphonia tenella</i> <i>Bostrychia tenella</i> <i>Bostrychia binderi</i> f. <i>terrestre</i> <i>Bostrychia scorpioides</i> v. <i>montagnei</i> <i>Bostrychia calliptera</i></p>	<p><i>Oscillatoria</i> sp. <i>Ulva lactuca</i> <i>Rhizoclonium hookeri</i> <i>Bangiopsis subplex</i> <i>Erythrotrichia carnea</i> <i>Porphyra acanthophora</i> <i>Porphyra spiralis</i> (10) <i>Kylinia crassipes</i> <i>Lithophyllum intermedium</i> (11) <i>Amphiroa brasiliana</i> <i>Amphiroa fragilissima</i> <i>Grateloupia dichotoma</i> <i>Gracilaria tepocencis</i> <i>Gracilaria usneoides</i> <i>Gigartina acicularis</i> <i>Ceramium brevizonatum</i> v. <i>caraibica</i> <i>Polysiphonia subtilissima</i></p> <p>(1) = <i>Monostroma oxyspermum</i> (Kg.) Doty (2) = <i>Feldmannia irregularis</i> (Kg.) Ham. (3) = <i>Giffordia mitchelliae</i> (Harv.) Ham. (4) = Figura na descrição (Joly 1957, p. 77) como <i>Dictyopa ciliata</i>. (5) = <i>Chnoospora minima</i> (Herv.) Pap. (6) = <i>Sargassum stenophyllum</i> (Mart.) Marti. (7) = <i>Pterocladia capillacea</i> (Gmel.) Born. & Thur. (8) = possivelmente = <i>Lithophyllum intermedium</i> (Fos.) Fos. (9) = <i>Rhodomenia pseudopalmata</i> (Lam.) Silv. (10) = O material referido por Joly (1957) como <i>Porphyra atropurpurea</i> corresponde na realidade à uma mistura de <i>Porphyra acanthophora</i> Oliv. & Coll e <i>P. spiralis</i> Oliv. & Coll. (11) = ver (8)</p>

Embora a concentração de poluentes não tenha sido medida neste trabalho e não tenhamos encontrado na literatura dados relativos à variação da taxa de poluentes na região nos últimos vinte anos, é óbvio que a poluição, que certamente já existia na década de 50, aumentou muito com o passar dos anos. Occhipinti (1975) menciona que a poluição da Baía de Santos vem aumentando de forma flagrante de ano para ano, e que a

concentração de coliformes aumentou mais de 10 vezes nos últimos 5 anos. Durante as coletas encontramos sempre grande quantidade de detritos e substâncias orgânicas em suspensão, além da presença de um filme oleaginoso sobre a água, com forte odor de óleo combustível, exceto nas estações situadas mais externamente à Baía, em sua porção nordeste. Analisando-se a tabela 3 verifica-se que a distribuição das espécies varia muito com as estações. As áreas com menor diversidade estão localizadas nas porções mais protegidas da baía, onde a movimentação da água é menor. Ao contrário do que se poderia esperar, as áreas mais ricas em espécies não são as localizadas na parte nordeste da baía, que estão voltadas para o mar aberto e onde as águas se apresentam, aparentemente, mais limpas, mas sim nas estações 4 e 8. Entretanto, como já foi enfatizado em trabalho anterior (Oliveira F^o 1977) é muito difícil avaliar-se a diversidade ecológica de uma estação ou região, de modo que as comparações feitas nem sempre podem ser adequadamente explicadas.

Em uma comparação global da flora da década de 50 com a de 70 (tabelas 3 e 4), verifica-se que a flora passou por modificações consideráveis. Das 105 espécies encontra-

TABELA 5. Comparação da composição florística da Baía de Santos nas décadas de 50 e 70. *Comparison of the Floristic composition of Santos Bay area in 50's and the 70's.*

	1950 - 1956		1972 - 1978	
	n ^o spp.	%	n ^o spp.	%
CYANOPHYTA	4	3,8	4	5,9
CHLOROPHYTA	22	20,9	19	27,9
PHAEOPHYTA	16	15,2	6	8,8
RHODOPHYTA	63	60,0	39	57,3
TOTAL	105		68	

Fig. 1. Mapa da região de Santos com as estações de coleta (seg. July 1950). *Map of the Santos Bay area with the sampling stations.* 1. Costão do Itaipu; 2. Costão entre Itaipu e Itapeva; 3. Costão do Itapeva; 4. Praia de Paranapoan; 5. Prainha; 6. Porto das Naus; 7. Pedra do Monumento; 8. Ilha Porchat; 9. Pedras na praia do Itararé; 10. Ilha Urubuqueçaba; 11. Canais; 12. Ponta da Praia; 13. Itapema (Ferry Boat); 14. Praia do Góis e Fortaleza; 15. Ilha das Palmas; 16. Saco do Major; 17. Praia do Guaiuba; 18. Praia do Munduba; 19. Ponte sobre o Casqueiro.

das por Joly na década de 50, 48 (45%) não puderam ser reencontradas no presente trabalho. Por outro lado foram encontradas 17 espécies (16%) que constituem novas referências para a região. Estas diferenças na flora de uma mesma região, verificada em levantamentos distantes cerca de 20 anos no tempo, podem ter várias causas. Como já mencionamos, as algas apresentam diferentes sensibilidades à diferentes poluentes, de modo que enquanto o crescimento de algumas espécies é estimulado o de muitas outras é inibido. Deste modo o aumento de poluição na baía deve ter sido um dos principais fatores a restringir a diversidade da flora devido à eliminação de várias espécies não adaptadas às novas condições do meio, embora não tenhamos dados concretos para demonstrar isto. Algumas alterações, incluindo aqui não só o desaparecimento como a introdução de espécies na área não podem ser atribuídas à poluição e são devidas a fatores desconhecidos, ou parecem não ter causa aparente, o que já foi notado em outras regiões (Jones 1974, Oliveira F^o & Braga 1971).

É óbvio que algumas das espécies referidas por Joly e que não encontramos possam estar presentes na área em questão e ter passado despercebidas neste levantamento, e vice-versa no que diz respeito às nossas novas referências. Entretanto, é mais lógico supor-se que as espécies não encontradas realmente não estavam presentes na época dos respectivos levantamentos ou eram muito raras. Não se deve esquecer que em um ou outro caso possa ter havido uma discrepância entre a identificação de Joly e a nossa (ver tabela 4), caso então em que o nome de uma espécie é substituído por outro, o que, por outro lado não modifica as conclusões básicas deste trabalho.

A comparação da flora da Baía de Santos com floras de regiões limítrofes (Tabela 6) indica que, provavelmente, ao tempo em que foi feito o levantamento inicial de Joly a região já estaria poluída em grau tal que explicaria a menor diversidade de espécies da região em relação às regiões vizinhas ao norte (Joly 1965) e ao sul (Ugadim 1970), embora caibam aqui as restrições que já fizemos sobre as dificuldades em se comparar floras de regiões mais restritas.

Outra conclusão óbvia deste levantamento é que faltam em toda a área as comunidades de plantas de maior porte e talo mais elaborado, como de *Sargassum* e *Pterocladia*, por exemplo, tão importantes nas áreas vizinhas, sendo a flora dominada por espécies de talo simples e rápido crescimento. Borowitska (1972) concluiu que a instabilidade ambiental que caracteriza as áreas poluídas mantém as comunidades algais em nível permanente de comunidades pioneiras, o que está de acordo com o verificado em Santos.

A sensibilidade diferencial das espécies de algas bentônicas em relação a diferentes poluentes torna estes organismos valiosos indicadores biológicos, que competem vantajosamente com análises químicas e físicas tomadas isoladamente (Edwards 1972) uma vez que, por serem sésseis, estão sujeitos aos efeitos dos poluentes por tempos relativamente longos, havendo portanto, interesses práticos em se intensificar esta linha de estudos.

TABELA 6. Distribuição dos táxons infragenéricos nas regiões norte, centro e sul do Estado de São Paulo. *Distribution of the infrageneric taxa in the northern, central and southern regions of S. Paulo State.*

REGIÃO	Cyanophyta	Chlorophyta	Phacophyta	Rhodophyta	Total
NORTE (Joly 1965)		41	27	144	212
CENTRO (Joly 1957)	4	22	16	63	105
CENTRO (atual)	4	19	6	39	68
SUL (Ugadim 1970)		28	25	65	118

Agradecimentos – Rocilda P.F. Shenkman, Sônia G.B. de C. Lopez, Marietta S. Silva, Marcelo P. Marcelli e Denise C. de Campos contribuíram para a realização deste trabalho participando das coletas e oferecendo sugestões.

REFERÊNCIAS

- BOROWITZKA, M.A. 1972. Intertidal algae diversity and the effect of pollution. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 23: 73-84.
- COTTON, A.D. 1935. Changes in the British fauna and flora in the past fifty years. 5 - Marine Algae. *Proc. Linn. Soc. London* 148: 45-49.
- DIAZ-PIFERRER, M. 1962. The effects of an oil spill on the shore of Guanica, Puerto Rico. *Assoc. Isl. Mar. Lab.* 4th. Meeting, 12-13.
- DOTY, M.S. 1967. Pioneer intertidal population and the related general vertical distribution on marine algae in Hawaii. *Blumea* 15: 95-105.
- EDWARDS, P. 1972. Benthic algae in polluted estuaries. *Mar. Poll. Bull.* 4: 55-60.
- GOLUBIC, S. 1970. Effect of organic pollution on benthic communities. *Mar. Poll. Bull.* 1: 56-57.
- JOLY, A.B. 1957. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. *Bolm Fac. Filos. Ciênc. Letrs. Univ. S. Paulo* 217, *Botânica* 14: 1-199 + 19 prs.
- JOLY, A.B. 1964. Extensão da flora marinha tropical no sul do Brasil. *Boln Inst. biol. mar.* 7: 11-15.
- JOLY, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Bolm Fac. Filos. Ciênc. Letrs. Univ. S. Paulo* 294, *Botânica* 21: 1-393.
- JONES, W.E. 1974. Changes in the seaweed flora of the British Isles. In *The changing flora and fauna of Britain* (D.L. Hawksworth, ed.). Acad. Press, London.
- OCCHIPINTI, A.G. 1975. Estudo da poluição das praias de Santos e o plano de saneamento do Estuário Santista. *Congr. bras. Engen. sanit.* VIII. Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA F^o, E.C. de 1977. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. Tese Mimeogr. Inst. Bioc., Univ. S. Paulo, S. Paulo.
- OLIVEIRA F^o, E.C. de, & BRAGA, Y.Y. 1971. A new species of *Dasya* from Brasil. *Ciênc. e Cult.* 23: 605-608.
- OLIVEIRA F^o, E.C. de, & MAYAL, E. 1976. Seasonal distribution of intertidal organisms at Ubatuba, São Paulo (Brasil). *Rev. Bras. Biol.* 36: 305-316.
- OLIVEIRA F^o, E.C. de & PAULA, E.J. de, 1977. Interações entre ouriços pretos (*Echinometra*) e algas bentônicas. *Semin. Biol. Mar., Inst. Biol. Mar. Univ. S. Paulo*, p.4 (resumo).
- OLIVEIRA F^o, E.C. de & SAZIMA, I.P. 1973. Estudos sobre a biologia de algas agarófitas. I. Recolonização, brotamento e fenologia em populações naturais de *Pterocladia capillaceae* (Rhodophyta-Gelidiaceae) *Bolm Zool. Biol. Mar.*, N.S. 30: 677-690.
- UGADIM, Y. 1970. *Algas marinhas bentônicas do litoral sul do Estado de S. Paulo e do litoral do Estado do Paraná*. Tese mimeografada, Inst. Bioc. Univ. de S. Paulo.