

COLONIZAÇÃO DE ALGAS EM SUBSTRATOS ARTIFICIAIS NA PRAIA DE GUAJIRU, ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Colonization of seaweed on artificial substrates
at Guajiru Beach, Ceará State, Brazil

Francisca Pinheiro-Joventino¹,
Anacélia Araújo Barbosa², Norma Pinheiro Dantas³

RESUMO

Neste trabalho foi estudada a colonização de algas marinhas bentônicas em cinco diferentes substratos artificiais na Praia de Guajiru, Ceará, Brasil, entre abril e novembro de 1996. Os substratos estudados foram os seguintes: pneu, ferro, granito, cerâmica e concreto. Um total de 12 espécies de algas foram identificadas, sendo 7 Rhodophyceae (58,34%), 3 Chlorophyceae (25%), 1 Phaeophyceae (8,33%) e 1 Cyanophyceae (8,33%). O pneu foi o substrato mais eficiente, com o assentamento de 10 espécies e apresentando uma grande densidade de algas, principalmente *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux e *Ulva fasciata* Delile. As espécies *Ulva fasciata* e *Lyngbia confervoides* C. Agardh ex Gomont ocorreram em todos os substratos.

Palavras-chaves: algas marinhas bentônicas, colonização, substratos artificiais.

ABSTRACT

In this work the colonization of benthic marine algae on five different artificial substrates at Guajiru Beach, Ceará State, Brazil was carried out from April through November, 1996. The studied substrates were the following: tyre, iron, granite, ceramics and concrete. A total of 12 species of algae were identified, being seven Rhodophyceae (58,34%), three Chlorophyceae (25%), one Phaeophyceae (8,33%) and one Cyanophyceae (8,33%). The tyre was the most efficient substrate, with the settlement of 10 species and boasting a great algae density, principally *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux and *Ulva fasciata* Delile. The species *Ulva fasciata* and *Lyngbia confervoides* C. Agardh ex Gomont occurred in all substrates.

Key words: benthic marine algae, colonization, artificial substrates.

¹ Professora da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente, São Paulo.

² Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

³ Pesquisadora do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Av. da Abolição, 3207, Fortaleza, CE 60165-081.

INTRODUÇÃO

Os estudos ficológicos no Ceará têm sido dirigidos principalmente para o aspecto taxonômico, com a composição da flora e elaboração de listas regionais como as publicadas por Ferreira & Pinheiro (1966), Pinheiro-Vieira & Ferreira (1968b), Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira (1969b) e Pinheiro-Vieira & Ferreira-Correia (1970), e estudos de famílias e gêneros de algas mais representativas de regiões tropicais em Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira (1969), Pinheiro-Joventino (1977) e Dantas (1994). Entretanto, o recente interesse despertado pela exploração de algas marinhas tem levado pesquisadores de todo o mundo a realizar estudos de ordem mais aplicada em relação a esses vegetais, tendo como áreas principais de interesse a alimentação, a obtenção de sub-produtos farmacêuticos e aplicação na Agricultura. (Diaz-Piferrer, 1961; Dantas *et al.*, 1998).

A idéia de se fazer cultivo desses vegetais data de longos anos e países como o Japão, China, Índia e Filipinas, entre outros, já possuem técnicas bem avançadas, especialmente utilizando partes germinativas das plantas ou através de propagações vegetativas (Raju & Thomas, 1971; Umamaheswara Rao, 1974; Sivapalan, 1975; North, 1976). Além destas, outras vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de aumentar a produção dessas algas através da ampliação de áreas de deposição de esporos através do lançamento de blocos de concreto em áreas próximas aos recifes naturais (Kanashima, 1972) ou através da fragmentação dos próprios recifes (Hasegawa, 1976). Nesse tipo de pesquisa, ambos os autores conseguiram, no Japão, resultados satisfatórios trabalhando com espécies do gênero *Laminaria*, algas de grande valor econômico.

O grande interesse industrial e importância econômica do gênero *Gracilaria* para o Estado do Ceará (Pinheiro-Vieira & Ferreira, 1968a) justificaram o estudo de alguns aspectos ecológicos da espécie *Gracilaria domingensis* Sonder, submetida a diferentes métodos de coleta, constatando-se que a retirada manual das plantas é o mais adequado a esta espécie por permitir uma regeneração mais eficaz (Pinheiro-Joventino & Bezerra, 1980). A técnica de cultivo em cordas, desenvolvida por Raju & Thomas (1971), foi adotada no Estado do Ceará com algumas adaptações, através dos estudos pioneiros de Miranda & Pinheiro-Joventino (1982) *Gracilaria cylindrica* Areschoug e *Gracilaria domingensis* Sonder, com a finalidade de observar a capacidade de desenvolvimento e regeneração dessas plantas.

Tendo em vista os resultados alcançados pelos citados autores, no presente trabalho utilizou-se vários tipos de substratos artificiais, tais como pneu, ferro, granito, cerâmica e concreto, com o propósito de verificar o mais eficiente para a deposição de diferentes

espécies de algas, bem como ampliar a área de distribuição das espécies que crescem nos campos naturais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Praia de Guajiru (3°13' S, 39°15' W), localizada a cerca de 140 km de Fortaleza no município de Trairi, litoral oeste do Estado do Ceará, numa área que apresenta uma flora ficológica bem diversificada e onde é notável o crescimento de espécies na zona intermareal. Neste local, durante o mês de abril de 1996, cinco diferentes tipos de substratos (pneu, ferro, granito, cerâmica e concreto) foram colocados em estacas de madeira previamente fincadas e fortemente presos às mesmas com cordas de nylon, com a finalidade de evitar danos, em virtude das fortes rebentações ali existentes.

A coleta de informações foi feita durante as baixa-mares, no período de maio-novembro de 1996 para os cinco tipos de substrato, concluindo-se que o pneu foi o mais eficiente quanto à capacidade de assentamento de algas. Para isto, as espécies foram analisadas quanto a sua frequência de ocorrência, para se identificar as mais representativas na comunidade, sendo também determinado seu índice de densidade (D) através da fórmula:

$$D = N / A$$

onde, N = o número de exemplares e A = área total do pneu, resultado do somatório das subáreas referentes à coroa (Ac) e à superfície lateral (Al) do pneu, sendo $Ac = \pi (R^2 - r^2)$ e $Al = 2 \pi R \times h$, onde R é o raio da circunferência total, r o raio da circunferência menor (interna) e h a altura da porção lateral. Logo, $A = 0,292726 + 0,343830 = 0,6365 \text{ m}^2$.

Da espécie considerada pioneira e mais abundante, foram feitas medições mensais a fim de verificar o seu desenvolvimento. Amostras das algas colonizadoras foram realizadas, e todo o material foi fixado em formol a 4% e levado ao laboratório para posterior identificação taxonômica utilizado-se bibliografia especializada como Taylor (1960) e Joly (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As algas não necessitam do substrato como fonte de nutrientes, pois absorvem diretamente da própria água os elementos indispensáveis ao seu metabolismo. Os substratos neste caso servem principalmente como estruturas para fixação e, em muitos casos, de proteção contra a forte rebentação. Autores como Feldmann & Feldmann-Mazower (1939) e Chapman (1963) constataram essa indiferença das algas quanto à formação química do substrato, pois são característi-

cas como dureza, tipo de superfície e porosidade os fatores importantes na implantação, fixação e desenvolvimento das espécies de algas.

Estes fatos foram confirmados no presente trabalho, pois todos os substratos testados foram colonizados, porém com diferenças no tempo de colonização. O pneu ficou totalmente coberto por uma camada de areia fina, com aspecto limoso, cerca de 15 dias após a implantação do experimento. Neste substrato, notou-se a presença de algas cianofíceas da espécie *Lyngbya confervoides* associadas a espécies de Diatomáceas. Esse mesmo comportamento, embora de maneira mais lenta, foi observado também nas estruturas de ferro, cerâmica e concreto, sendo quase nulo no granito. Resultados semelhantes foram verificados por Umamaheawara Rao & Sreeramulu (1967), utilizando os arrecifes previamente desnudados.

Dentre os substratos utilizados, o pneu mostrou-se o mais eficiente quanto à velocidade de assentamento das plantas. Durante o mês de junho desenvolveram-se as espécies *Ulva fasciata* e *Laurencia obtusa*, surgindo posteriormente *Gracilaria domingensis* e *Gracilaria cervicornis*, em agosto, e *Cladophora vagabunda*, *Dictyota mertensii* e *Hypnea musciformis*, em setembro. As demais espécies citadas na Tabela I apareceram nos meses de outubro e novembro.

Tabela I - Relação das espécies de algas que se desenvolveram nos diferentes substratos, durante o período estudado.

Espécies	Substratos Artificiais				
	PN	FE	GR	CE	CO
CHLOROPHYCEAE					
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) van den Hoek	X				
<i>Codium isthmocladum</i> Vickers		X			
<i>Ulva fasciata</i> Delile	X	X	X	X	X
PHAEOPHYCEAE					
<i>Dictyota mertensii</i> (Martius) Kützinger	X	X			
RHODOPHYCEAE					
<i>Gelidium latifolium</i> (Greville) Bornet & Thuret		X			
<i>Gracilaria cearensis</i> (Joly & Pinheiro) Joly & Pinheiro	X				
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh	X				
<i>Gracilaria domingensis</i> Sonder ex Kützinger	X				
<i>Gracilaria lemaneiformis</i> (Bory) Weber-van Bosse	X		X		
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen in Jacquin) Lamouroux	X		X		
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) Lamouroux	X	X	X		
CYANOPHYCEAE					
<i>Lyngbya confervoides</i> C. Agardh ex Gomont	X	X	X	X	X
Total	10	6	5	2	2

Legenda: PN = pneu; FE = ferro; GR = granito; CE = cerâmica; CO = concreto.

Com relação ao número e abundância das espécies o pneu também apresentou-se como o mais eficiente, observando-se a fixação de 10 espécies e uma

maior densidade populacional, principalmente referente a *Laurencia obtusa* (260,8 exemplares/m²) e *Ulva fasciata* (95,8 exemplares/m²) - Tabelas I e II. O ferro foi o segundo substrato em número (seis) de espécies colonizadoras, seguido do granito com cinco, e a cerâmica e o concreto com apenas duas em cada substrato.

As espécies identificadas se distribuíram da seguinte maneira: classe Rhodophyceae, com sete espécies (58,34%), seguindo-se das classes Chlorophyceae com três (25,00%) e Phaeophyceae e Cyanophyceae com uma espécie cada, ou seja, 8,33% respectivamente (figura 1). Dentre as Chlorophyceae, *Ulva fasciata* apresentou-se com 100% de frequência de ocorrência, crescendo em todos os substratos, seguida de *Laurencia obtusa* (60%) que não ocorreu na cerâmica e no concreto. A cianofícea *Lyngbya confervoides* também apresentou-se com 100% de frequência de ocorrência. As espécies *Dictyota mertensii*, *Gracilaria lemaneiformis* e *Hypnea musciformis* apresentaram 40% de ocorrência, e as demais, *Cladophora vagabunda*, *Codium isthmocladum*, *Gelidium latifolium*, *Gracilaria cearensis* e *Gracilaria cervicornis* apresentaram apenas 20% de ocorrência (figura 2).

Tabela II - Número de exemplares, frequência relativa e densidade das espécies que se desenvolveram no pneu, no final do experimento, em novembro de 1996.

Espécies	Número de exemplares	Frequência relativa (%)	Densidade (nº. de exemplares/m ²)
<i>Laurencia obtusa</i>	166	57,2	260,8
<i>Ulva fasciata</i>	61	21,0	95,8
<i>Gracilaria domingensis</i>	25	8,6	39,3
<i>Hypnea musciformis</i>	13	4,5	20,4
<i>Gracilaria cervicornis</i>	10	3,4	15,7
<i>Dictyota mertensii</i>	9	3,1	14,1
<i>Gracilaria lemaneiformis</i>	4	1,4	6,3
<i>Cladophora vagabunda</i>	1	0,4	1,6
<i>Gracilaria cearensis</i>	1	0,4	1,5
TOTAL	290	100,0	455,6

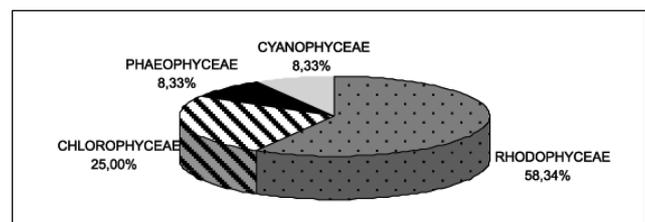


Figura 1 - Participação relativa das classes Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae e Cyanophyceae nos cinco diferentes substratos estudados.

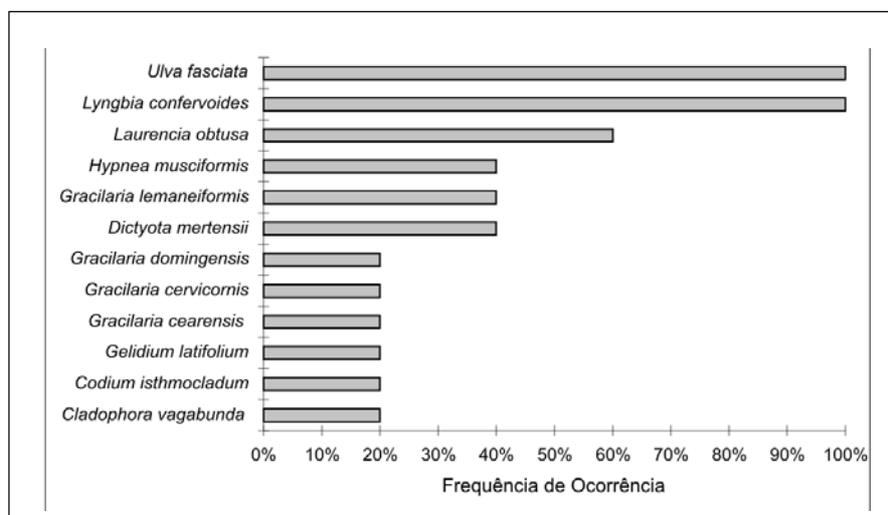


Figura 2 - Frequência de ocorrência das espécies de algas que se desenvolveram nos diferentes substratos ao final do experimento.

Ainda com relação ao pneu, a espécie *Laurencia obtusa* mostrou uma maior concentração na porção lateral em relação à superior, provavelmente porque requer ambientes protegidos de forte luminosidade e dessecação para o seu desenvolvimento normal, condições encontradas nessa parte do substrato. Contudo, observou-se no mês de outubro um decréscimo no tamanho dos exemplares causado ventos fortes e exposições demoradas, fatores que prejudicaram sensivelmente o desenvolvimento normal da maioria das populações ficológicas, pois acarretaram a septação das partes apicais responsáveis pelo crescimento das plantas. Isto, todavia, não implicou no extermínio das populações que, sobrevivendo a esses fatores, puderam eventualmente regenerar as porções afetadas, fato confirmado pelo aumento no tamanho dos exemplares no mês subsequente, novembro (tabela III).

Tabela III - Tamanhos mínimos e máximos (cm) alcançados pela espécie *Laurencia obtusa* nas porções superior e lateral do pneu, no período de julho a novembro de 1996.

Meses	Porção Superior		Porção Lateral	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Julho	1,0	4,0	1,0	8,0
Agosto	2,0	4,5	2,0	9,5
Setembro	2,0	6,0	4,5	16,5
Outubro	2,0	4,0	3,0	10,0
Novembro	3,0	9,5	5,0	13,5

Em muito países como Japão, Estados Unidos, Austrália, França, Cuba e, mais recentemente, o Brasil são utilizados os chamadas recifes artificiais para o

incremento da produtividade biológica em comunidades de peixes (Conceição *et al.*, 1997). Tais estruturas, construídas inicialmente com troncos de palmeiras, depois pneus e mais tarde com material pré-fabricado de concreto e sucatas, vêm em diversas oportunidades demonstrando resultados eficientes como fator de agregação de organismos de diversas espécies (Cruz *et al.*, 1986; Brock & Norris, 1989). A agregação de cardumes em volta das condições ideais criadas por esses "atratores artificiais" com o aparecimento de uma sucessão alimentar originada do acúmulo de nutrientes, seguida pelo aparecimento de micro e macroalgas, poliquetos, anfípodos (Crustacea) e peixes, estimularam a realização de pesquisas sobre a utilização de diversos materiais na construção dessas estruturas, de modo a desenvolver processos de cultivo de uma forma mais ampla e racional.

CONCLUSÕES

1. Registrou-se nos diversos substratos, um total de 12 espécies de algas, sendo sete pertencentes à classe Rhodophyceae (58,34%), três à classe Chlorophyceae (25%), uma à classe Phaeophyceae (8,33%) e uma à classe Cyanophyceae (8,33%).
2. Cerca de 15 a 30 dias após o início do experimento, houve um revestimento dos substratos por sedimentação de finas partículas de aspecto limoso com a colonização da espécie *Lyngbia confervoides*; após esse período começou o aparecimento de outras espécies de algas bentônicas.
3. Dentre os cinco substratos artificiais testados, o pneu apresentou-se como o mais eficiente, tanto no que se refere ao período de colonização quanto na densidade e variedade de espécies colonizadoras.

4. No pneu foram identificadas dez espécies colonizadoras; no ferro, seis espécies; no granito, cinco; e na cerâmica e no concreto, duas em cada.
5. As espécies de macroalgas que primeiro colonizaram os substratos foram *Laurencia obtusa* e *Ulva fasciata*.
6. No pneu, a população de *Laurencia obtusa* apresentou-se mais densa, seguindo-se de *Ulva fasciata* e *Gracilaria domingensis*.
7. A espécie *Laurencia obtusa* sobreviveu a fatores como ventos fortes e demorada exposição luminosa, com a consequente regeneração de suas partes avariadas.
8. A espécie *Ulva fasciata* destacou-se como adequado para o cultivo por apresentar uma boa densidade, principalmente em pneus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brock, R. E., Norris, J. E. An analysis of the efficacy of four artificial reef designs in tropical waters. *Bull. Mar. Sci.*, v. 44, n. 2, p.934-941, 1989.
- Chapman, V. J. The marine algae of Jamaica. Part.2. Phaeophyceae and Rhodophyceae. *Bull. Inst. Jamaica Sci.*, Kingston, n.12, p. 1-201, 1963.
- Conceição, R. N. L.; Franklin Jr. W. & Braga, M.S.C. Instalação de recifes artificiais para o incremento da produtividade em comunidades pesqueiras do litoral do Estado do Ceará, p. 99-112, in Fonteles-Filho, A.A. (ed.), *Anais do Workshop Internacional sobre a Pesca Artesanal*. Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 170 p., Fortaleza, 1997.
- Cruz, R.; Brito, R.; Diaz, E. & Lalana, R. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. I - Colonización de arrecifes artificiales. *Rev. Invest. Mar.*, Havana, v. 7, n. 3, p. 3-17, 1986.
- Dantas, N. P. *Estudos taxonômicos dos representantes da ordem Caulerpales da Praia de Guajiru (Estado do Ceará - Brasil)*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Pernambuco, 139 p., Recife, 1994.
- Dantas, N. P.; Pinheiro-Joventino, F. & Santos, J. H. R. Efeitos de variadas concentrações de *Sargassum vulgare* C. Agardh no crescimento de alface e coentro. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 31, n. 1/2, p. 41-46, 1998.
- Diaz-Piferrer, M. Taxonomia, ecologia y valor nutricional de algas marinas cubanas. III - Algas produtoras de agar. *Inst. Cub. Invest. Tecn.*, Havana, v. 17, p. 1-34, 1961.
- Feldmann, J. & Feldmann-Mazower, G. Sur le développement des carpospores et l'alternance de générations de *Asparapopsis armata* Harvey. *Comp. Rend. Acad. Sci. Paris*, n. 208, p. 1240-1242, 1939.
- Ferreira, M. M., Pinheiro, F.C. Primeira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do Nordeste brasileiro. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 59-66, 1966.
- Ferreira-Correia, M. M., Pinheiro-Vieira, F. Estudos taxonômicos sobre o gênero *Caulerpa* Lamouroux, no Nordeste brasileiro (Chlorophyta - Caulerpaceae). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 9, n. 2, p. 147-161, 1969a.
- Ferreira-Correia, M. M. & Pinheiro-Vieira, F. Terceira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do Nordeste brasileiro. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 21-26, 1969b.
- Hasegawa, Y. Process of *Laminaria* cultivation in Japan. *J. Fish. Board Can.*, Ottawa, v. 33, n. 4, p. 1003 - 1006, 1976.
- Joly, A. B. Flora marinha do litoral norte de Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. Paulo*, São Paulo, n. 21, p.1-393, 1965.
- Kawashima, S. A study of the life of *Laminaria augustata* var. *longissima* by means of concrete block. *Ibid.*, p.91-108, 1972.
- Miranda, P. T. C. & Pinheiro-Joventino, F. Informe preliminar sobre o cultivo de algas marinhas no Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 22, n. 1/2, p. 83-85, 1982.
- North, W. J. Agricultural techniques for creating and restoring beds of giant kelp, *Macrocystis* spp. *J. Fish. Board Can.*, Ottawa, v. 33, n. 4, p. 1015 -1023, 1976.
- Pinheiro-Joventino, F. Morfologia, taxonomia e distribuição de *Cryptonemia* J. Agardh, no Brasil (Rhodophyta, Cryptonemiaceae). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 1-19, 1977.
- Pinheiro-Joventino, F. & Bezerra, C. L. F. Estudo de fenologia e regeneração de *Gracilaria domingensis* Sonder (Rhodophyta - Gracilariaceae), no Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 20, n. 1/2, p. 33-41, 1980.
- Pinheiro-Vieira, F. & Ferreira, M. M. Algas marinhas de interesse industrial para o Nordeste brasileiro. *Bol. Ciên. Mar*, Fortaleza, n. 20, p. 1-9, 1968a.
- Pinheiro-Vieira, F. & Ferreira, M. M. Segunda contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do Nordeste brasileiro. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 75-82, 1968b.

- Pinheiro-Vieira, F. & Ferreira-Correia, M. M. Quarta contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do Nordeste brasileiro. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 189-192, 1970.
- Raju, P. V. & Thomas, P. C. Experimental field cultivation of *Gracilaria edulis* (Gmel.) Silva. *Bot. Mar.*, Berlin, v. 14, n. 2, p. 71-75, 1971.
- Sivapalan, A. Cultivation of *Gracilaria lichenoides* in Puttalam Lagoon. *Bull. Fish. Res. Stat.*, v. 26, n. 1/2, p. 1-3, 1975.
- Taylor, W. R. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas*. The University of Michigan Press, x + 870 p., Ann Arbor, 1960.
- Umamaheswara Rao, M. On the cultivation of *Gracilaria edulis* in the near shore areas around Mandapam. *Curr. Sci.*, n. 20, p. 660-661, 1974.
- Umamaheswara Rao, M. & Sreeramulu, T. Recolonization of algae on denuded rocky surfaces of the Visakhapatnan coast. *Bot. Mar.*, Berlin, v. 11, n. 1-4, p. 122-125, 1967.