

MARICULTURA DA ALGA MARINHA VERMELHA *Gracilaria birdiae* EM ICAPUI, CEARÁ

Marine cultivation of the red alga *Gracilaria birdiae* at Icapuí county, Ceará State

Glacio Souza Araujo¹, José Ariévilto Gurgel Rodrigues²

RESUMO

O extrativismo de algas marinhas frente à demanda mundial por ficocolóides pelas indústrias tem afetado a sustentabilidade desses recursos marinhos, dada a necessidade e a carência de conhecimento relacionado à maricultura no Brasil. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho da alga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* cultivada na zona costeira de Icapuí, Ceará de setembro a novembro de 2006. Mudanças ($100 \pm 5,84$ g) previamente selecionadas do banco natural foram cultivadas durante 56 dias em estruturas long-line. Quinzenalmente, foram avaliados os ganhos de peso e a Taxa de Crescimento Relativo - TCR (%.dia⁻¹) das algas. Os resultados mostraram uma elevada correlação ($r = 0,99$; $p < 0,05$) entre o tempo de cultivo e o peso médio das algas. Entretanto, a temperatura média diária apresentou uma baixa correlação ($r = 0,420$) com o ganho de biomassa e, possivelmente, devido à redução da transparência da água devido à proximidade das estruturas na costa. A TCR média alcançou 3,44% dia⁻¹ após 56 dias de cultivo.

Palavras-chaves: cultivo marinho, Rodofíceas, zona costeira.

ABSTRACT

The extraction of seaweed due to global demand for phycocolloids by industries has affected the sustainability of these marine resources, as the result of need and lack of knowledge related to mariculture in Brazil. This study aimed to evaluate the performance of red marine alga *Gracilaria birdiae* cultivated in the coastal zone of Icapuí, Ceará, Brazil, from September to November 2006. Seedlings (100 ± 5.84 g) previously selected from a natural bank were grown during 56 days in long-line structures. Every 15 days, weight gain and Relative Growth Rate - RGR (% day⁻¹) of the algae were assessed. The results showed a high correlation ($r = 0.99$; $p < 0.05$) between the time of cultivation and the average weight of the algae. However, average daily temperature showed a low correlation ($r = 0.420$) with biomass gain, possibly due to lower water transparency resulting from the proximity of coastal structures. Mean RGR was 3.44% day⁻¹ after 56 days of cultivation; this growth can be improved over an annual monitoring period.

Key words: marine cultivation, Rhodophyceae, coastal zone.

¹ Engenheiro de Pesca, Professor de Aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Aracati e aluno de doutorado em Engenharia de Pesca, CCA/UFC, Campus do Pici, Bloco 825, CEP: 60356-000, Fortaleza-CE, glacio@ifce.edu.br

² Engenheiro de Pesca, pesquisador colaborador do Departamento de Engenharia de Pesca, CCA/UFC, arieviloengpesca@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Vários países orientais tradicionalmente consomem algas marinhas como alimento, principalmente o Japão, China e Coréia (Dawes, 1995), em razão de seu elevado valor nutricional como fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais (Arasaki & Arasaki, 1983; Wong & Cheung, 2000). O grande interesse econômico também é justificado pela crescente demanda por ficocolóides para diferentes usos nas indústrias farmacêutica, alimentícia e de cosméticos (Armisen, 1995), o que tem levado vários países a cultivar algas marinhas (De Boer, 1981).

Os principais hidrocolóides de interesse comercial são o ágar (Glichsmann, 1983), a carragenana (Bravin & Yoneshigue-Valentin, 2002), ambos encontrados em algas vermelhas, e o alginato (Mcneely & Pettitt, 1973), nas algas pardas. Esses compostos também são conhecidos por apresentar diversas atividades biológicas, tais como anticoagulante (Farias *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2008), antitrombótica (Farias *et al.*, 2001), antiviral (Zhou *et al.*, 2004), imunostimulante (Fu *et al.*, 2007) etc., tendo assim, grande aplicabilidade biotecnológica (Renn, 1997).

Em regiões tropicais, as algas vermelhas pertencentes aos gêneros *Eucheuma*, *Hypnea* e *Gracilaria* são o grupo mais importante, correspondendo por mais de 90% da produção (Oliveira, 1997). Em especial ao gênero *Gracilaria*, que é amplamente cultivado no mundo devido ao seu alto rendimento de ágar (Lapoint & Ryther, 1978; Troell *et al.*, 1999; Marinho-Soriano & Bourret, 2005). Dentre as espécies mais cultivadas, destacam-se *G. parvispora* (Glenn *et al.*, 1999), *G. chilensis* (Norambuena, 1996) e *G. lemaneiformis* (Yang *et al.*, 2006).

No Brasil, a espécie *Gracilaria birdiae* vem sendo explorada economicamente para a produção de ágar (Plastino *et al.*, 2004), a qual se distribui naturalmente ao longo da costa do Ceará até o Estado do Espírito Santo (Plastino & Oliveira, 2002). Tradicionalmente, o cultivo é realizado através de propagação vegetativa em estruturas chamadas *long-line*. O modelo é constituído por uma corda principal onde são penduradas cordas secundárias. Para a sua instalação em mar, as extremidades são fixadas através de blocos de concreto (poitas) para evitar ou minimizar danos durante o cultivo (Carvalho Filho, 2004). Por outro lado, alguns fatores dificultam a produção comercial de algas no mar, tais como a sazonalidade (Glenn *et al.*, 1999), herbivoria e a ocorrência de organismos incrustantes e/ou algas epífitas, resultando freqüentemente em grandes variações de biomassa (Muñoz *et al.*, 2004).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho do cultivo da alga marinha vermelha *G. birdiae* na zona costeira do município de Icapuí, Estado do Ceará, durante o período de 22 de setembro a 17 de novembro de 2006 no modelo *long-line*.

MATERIAL E MÉTODOS

Estruturas de cultivo

O trabalho foi realizado na Praia da Barrinha, município de Icapuí, extremo leste do Estado do Ceará. As estruturas de cultivo (*long-line*) foram compostas de 19 cordas de poliamida com 10 mm de diâmetro e 15 m de comprimento. Essas cordas foram instaladas a 40 cm de profundidade, aproximadamente 1,2 km da costa. Em seguida, as extremidades das estruturas foram fixadas através de poitas de concreto de 30 kg de peso médio cada. A área de cultivo foi demarcada através de estacas de madeira para impedir o fluxo livre de embarcações.

Identificação, coleta e plantio das algas

Inicialmente, as mudas, com peso médio de $100 \pm 5,84$ g foram coletadas dos bancos naturais da própria região, com o auxílio de máscaras e botas de mergulho. Em seguida, os exemplares foram acondicionados em caixas de isopor e transportados imediatamente a uma pequena embarcação a motor, onde transcorreu a limpeza (retirada de epífitas e outros organismos incrustantes), seleção (algas com pigmentação mais avermelhada), pesagem e plantio nas cordas de cultivo. Após esse processo, as mudas foram fixadas nas estruturas, 25 cm equidistantes entre si, sendo amarradas com dois fitilhos de náilon de 30 cm cada. Todas as atividades de coleta, seleção, plantio, manejo e despesca foram realizadas na maré baixa.

Delineamento experimental e análise do cultivo

Das 19 estruturas de cultivo, cinco foram amostradas quinzenalmente, pela manhã, a partir de 10% da densidade estocada, que foi de 60 mudas corda⁻¹. Quando necessário, foi realizado manejo das mesmas (limpezas, a fim de observar a incidência de herbivoria e o estado das cordas e fitilhos). O peso médio (g), a Taxa de Crescimento Relativo (TCR % dia⁻¹), a temperatura da água (°C), o pH e a salinidade também foram determinados. O acompanhamento do crescimento das algas foi realizado através da determinação da Taxa de Crescimento Relativo - TCR (Glenn *et al.*, 1998):

$$TCR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \times 100$$

onde, W_1 e W_2 são os pesos inicial e final, e t_1 e t_2 são os tempos inicial e final do cultivo.

Os valores de peso médio também foram utilizados para traçar a curva de correlação (dias de cultivo x crescimento em peso) e incremento em peso (biomassa x temperatura) durante os 56 dias de cultivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento das algas

Os dados de crescimento das algas mostraram correlação positiva entre o tempo de cultivo e o peso médio das algas obtidos em cada intervalo temporal (Figura 1). O peso médio final alcançou $688,00 \pm 3,46$ g após 56 dias de cultivo.

Espécies do gênero *Gracilaria* são mundialmente exploradas como alimentos frescos e para produção de ágar. Neste estudo, o ganho de peso de *G. birdiae* (Figura 1) mostrou uma forte correlação ao longo do período de cultivo, apresentando valores de crescimento semelhantes a outros trabalhos com cultivo de algas marinhas no Brasil. No entanto, o cultivo da espécie resultou em uma grande variação no peso dos talos (Tabela I) quando comparados àqueles obtidos das rodófitas *Hypnea musciformis* descritos por Masih-Neto et al. (2006) e *G. birdiae* (Lelis, 2006).

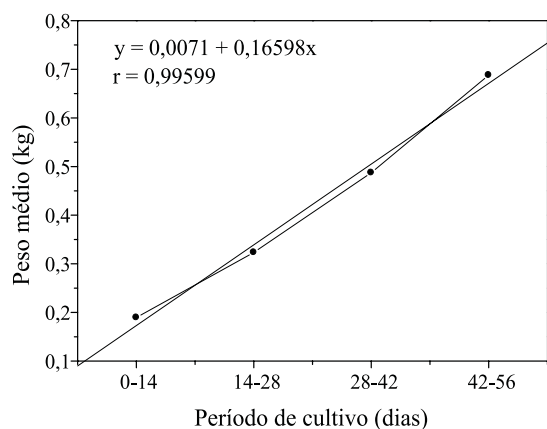


Figura 1 - Curva de crescimento em peso (kg) de *Gracilaria birdiae* durante o período de cultivo (56 dias). Os pontos na curva representam os valores médios.

Tabela I - Ganho de peso (kg) de *G. birdiae* após 56 dias de cultivo.

Período de cultivo (dias)	Ganho de peso (g)
15	189,40±2,51
30	323,41±3,21
45	487,45±3,36
56	688,00±3,46

Masih-Neto et al. (2006), obtiveram médias de peso de $0,8424 \pm 0,1242$; $1,0763 \pm 0,1812$ e $2,1830 \pm 0,5514$ kg em 30, 45 e 60 dias de cultivo, respectivamente, dessa espécie na Praia de Fleixeiros (CE), bem superiores às deste trabalho.

Valores semelhantes de crescimento foram relatados por Lelis (2006) obtendo-se médias de 0,1751; 0,7554 e 0,9373 kg após 30, 60 e 90 dias de cultivo, respectivamente. Esta espécie vem sendo cultivada com bons resultados em algumas comunidades costeiras no Estado do Ceará. Sua excelente adaptação às condições de cultivo tem sido um bom atrativo comercial para as populações litorâneas (Masih-Neto et al., 2003; Carvalho Filho, 2004).

Os principais fatores que inibem o desempenho no cultivo de algas são a turbidez da água, ação das marés, variação da qualidade da água e a incidência de epifitismo nas estruturas de cultivo, uma vez que o crescimento é regulado pela intensidade de luz, temperatura, nutrientes e movimentos da água (Santelices & Doty, 1989; Glenn & Doty, 1990; Glenn et al., 1999). Assim, o peso médio final de *G. birdiae* atingiu a faixa de 600 a 800 g, recomendado para a comercialização de algas no Nordeste (Carvalho Filho, 2004).

Incremento de biomassa x temperatura da água

O maior incremento de biomassa foi observado nos primeiros 14 dias de cultivo (15,21%) (Figura 2). A partir da terceira semana, as algas passaram então a apresentar menores valores de ganho de biomassa. A temperatura da água praticamente não variou ao longo do período de cultivo ($28,32 \pm 0,45^\circ\text{C}$) e apresentou uma baixa correlação ($r = 0,420$; $p = 0,559$) com a biomassa de *G. birdiae*.

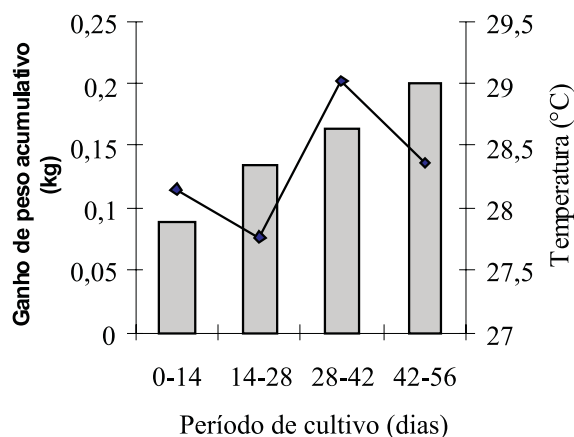


Figura 2 - Ganho de peso acumulativo (g) e temperatura ($^\circ\text{C}$) da água durante o cultivo de *G. birdiae*. Os pontos e barras representam os valores médios.

Vale salientar que o pH e a salinidade também não variaram grandemente, apresentando valores de $8,37 \pm 0,32$ e $34,83 \pm 0,55\%$, respectivamente, já que para este último, não houve incidência de chuvas durante todo o período de cultivo, conforme comentado anteriormente.

Em algumas regiões, grandes variações na temperatura podem afetar o crescimento de algas marinhas cultivadas (Glenn & Doty, 1990; Paula & Pereira, 2003). Alguns trabalhos relatam que a temperatura da água entre a faixa de 20 e 30 °C promove um bom desempenho das algas (Ohno *et al.*, 1994). Cultivos da alga marinha vermelha *Kappaphycus alvarezii* no Brasil mostraram correlação positiva entre o rendimento de biomassa com a temperatura da água em regiões subtropicais (Paula & Pereira, 2003).

O rendimento de biomassa da alga marinha vermelha *H. musciformis* diferiu significativamente entre distintos períodos após 21 meses de cultivo. Porém, não foram observadas mudanças significativas na temperatura da água (24 - 31°C) (Ganesan *et al.*, 2006), o que também ocorreu com a espécie em questão. O cultivo de *G. parvispora* conforme apresentado por Glenn *et al.* (1999), em distintos períodos, também não foi influenciado pela temperatura da água (24 - 28°C). No entanto, a variação na concentração de amônia de 0,2 a 4,0 mmol m⁻³ influenciou no peso dessa macroalga.

No presente trabalho, praticamente não foram observadas flutuações na temperatura durante o período de cultivo (Figura 2). Por outro lado, a variação no tamanho das algas foi bastante evidente, sugerindo que a redução da transparência (turbidez não algal) da água poderia ser razão da grande amplitude dos valores encontrados. A proximidade e a posição das estruturas em relação à costa possivelmente contribuíram para um menor incremento e qualidade no ganho diário de biomassa.

Outros fatores que influenciam no ganho de biomassa são o posicionamento das estruturas em relação à coluna d'água (Reis & Yonneshigue-Valentin, 2000), os modelos (Carneiro *et al.*, 2007) e os materiais de cultivo utilizados (Genesan *et al.*, 2006).

Durante o cultivo de *H. musciformis*, Genesan *et al.* (2006) observaram que o crescimento dos exemplares cultivados na superfície diferiu significativamente no incremento de biomassa e na taxa de crescimento diário comparados aqueles submetidos nas profundidades 30; 60; 90 e 120 cm em relação à coluna d'água. Módulos horizontais demonstram um maior ganho de biomassa do que nos verticais em cultivos de *G. birdiae* em outras localidades do Nordeste brasileiro (Carneiro *et al.*, 2007). Assim, a realização de novos cultivos em diferentes arranjos

experimentais é recomendada de forma a avaliar o potencial da maricultura dessa espécie.

Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

A TCR mostrou correlação negativa com o tempo de cultivo (Figura 3), mas com valores positivos durante todo o experimento. O maior crescimento foi observado durante os primeiros dias, com média de 4,38% dia⁻¹ e decrescente ao final do mesmo. A TCR média foi 3,44% dia⁻¹ após 56 dias de cultivo.

Cultivos de três variedades (verde, vermelha e marrom) da alga marinha vermelha *K. alvarezii* em águas tropicais apresentaram variações nas taxas de crescimento ao longo de 180 dias de cultivo (Munõz *et al.*, 2004). A grande variação de nutrientes e luminosidade contribuiu de maneira significativa para a grande variação entre as estações. No entanto, as diferentes variedades da espécie não apresentaram diferenças significativas entre si no crescimento durante o período estudado.

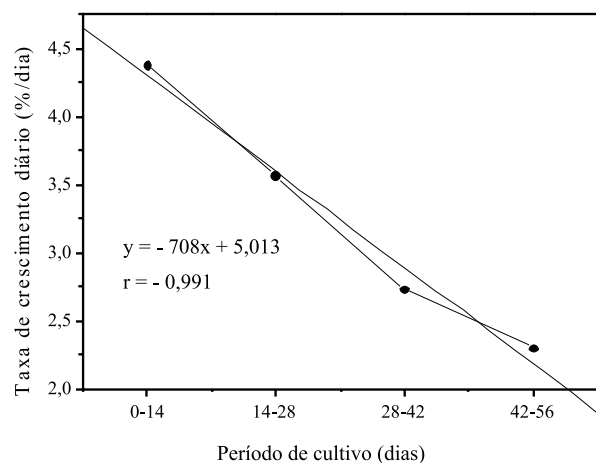


Figura 3 - Taxa de crescimento relativo da alga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* durante o período de cultivo. Os pontos na curva representam os valores médios.

Em nosso estudo, o período de cultivo de setembro a novembro não apresentou grandes flutuações na taxa de crescimento da espécie, visto que a velocidade de crescimento decresceu acentuadamente no decorrer do experimento. Esse fato reforça a variação na qualidade em biomassa ao longo do período estudado em razão do estresse dos exemplares frente às condições de turbidez não algal da água na área de cultivo.

Salles e Horta (2006) avaliaram o potencial da maricultura da espécie *G. cornea* em gaiolas de cultivo localizadas a 4 km da costa em diferentes profundidades. O cultivo foi monitorado durante oito semanas sendo a maior TCR encontrada superou

5,0% dia⁻¹ no cultivo localizado na superfície. Quando o crescimento foi avaliado a dois metros de profundidade, a TRC reduziu significativamente para 3,0% dia⁻¹, promovendo um menor desempenho do cultivo da espécie. Carneiro *et al.* (2007) obtiveram TCRs durante o cultivo de *G. birdiae* bem menores em julho (0,686% dia⁻¹) do que em dezembro (4,462% dia⁻¹), em razão da diminuição da transparência da água durante o período estudado (turbidez).

Neste trabalho, os resultados obtidos no modelo *long-line* mostraram que a maior TCR média resultou em 4,38% dia⁻¹ em estruturas localizadas a cerca de 1,2 km da costa, durante os primeiros 15 dias de cultivo, decrescendo ao final dos 56 dias. Assim, a realização de cultivos de *G. birdiae* em áreas mais afastadas da costa é necessária para a redução da turbidez da água.

Lelis (2006) obteve uma taxa de crescimento específico de 2,92% dia⁻¹ após 90 dias de cultivo de *G. birdiae*, a qual superou aos valores alcançados por Cabral (2003) em sistemas de balsas (2,3% dia⁻¹) e gaiolas (0,9% dia⁻¹) para *G. domingensis*, e aos alcançados por Panucci (2004) em gaiolas (1,63% dia⁻¹) para *G. caudata* em efluentes de carcinicultura. Neste trabalho, o cultivo da espécie revelou que o crescimento médio final de 3,44% dia⁻¹ indicou um considerável desempenho dessa espécie pela utilização no modelo *long-line* frente a outros cultivos realizados em outras localidades do Nordeste brasileiro.

Quando comparada a outras espécies de interesse comercial, esses resultados também superaram aos indicados por Masih-Neto *et al.* (2005), que foi de 2,88% dia⁻¹, em modelo *long-line* para *H. musciformis* (60 dias), e ficaram próximos aos indicados por Reis (2004) (3,9% dia⁻¹), quando cultivos de 40 dias foram realizados para avaliar o desempenho da *H. musciformis* no Ceará.

No entanto, Ganesan *et al.* (2006) obtiveram TCR da *H. musciformis* cultivada no México (11,2% dia⁻¹), superiores a *K. alvarezzi* (9,9% dia⁻¹) (Eswaran *et al.*, 2002) e *G. edulis* (5,0% dia⁻¹) (Subbaramaiah & Thomas, 1990), cultivadas no Brasil (Faccini & Berchez, 2000), e semelhantes a *G. lemaneiformis* (13,9% dia⁻¹) na China (Yang *et al.*, 2006), sendo estes desempenhos bem mais significativos quando comparados com *G. birdiae* neste trabalho.

Yang *et al.* (2006) também afirmam que a utilização de espécies do gênero *Gracilaria* poderia ser uma alternativa eficaz na remoção de nutrientes de áreas eutrofizadas, haja vista seus bons valores de crescimento.

Reis *et al.* (2006) obtiveram a pior taxa de crescimento de *H. musciformis* durante a primavera de 2003 a verão de 2005 e uma melhoria durante a es-

tação do inverno. Neste período, o rendimento de carragenana decresceu significativamente em relação às algas coletadas do ambiente, em decorrência de ressacas no mar, aderência de matéria orgânica e herbivoria.

A produção de ficocolóides é fortemente influenciada pelas condições ambientais (Levring *et al.*, 1969; Bird, 1988), acarretando diminuição da oferta do produto para as indústrias alimentícias, farmacêuticas e de cosméticos (Armisen, 1995).

Como é possível observar, o crescimento das algas implica na utilização de diferentes espécies, local de instalação das estruturas de cultivo e período do ano. Por outro lado, a maricultura de espécies nativas pode gerar diferentes oportunidades para o uso industrial.

Desta forma, a expansão de cultivos comerciais de macroalgas marinhas no litoral nordestino também poderia agregar renda as comunidades litorâneas (Carvalho Filho, 2004).

O estudo demonstrou que o crescimento da alga marinha vermelha *G. birdiae* foi relativamente afetado pela proximidade das estruturas (*long-line*) da costa, baixa profundidade e da turbidez da água, comprometendo um melhor desenvolvimento da espécie. Dessa forma, sugerem-se novos cultivos durante um período anual para avaliar melhor sua produtividade por área.

CONCLUSÃO

O cultivo da alga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* apresentou bom desempenho após 56 dias de cultivo, principalmente no início do cultivo. No entanto, a Taxa de Crescimento Relativo e a biomassa das algas foram relativamente afetadas pelo posicionamento das estruturas próximas à costa, baixa profundidade e da turbidez da água, podendo seu cultivo ser utilizado comercialmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arasaki, S. & Arasaki, T. Vegetables from the sea. *Japan Publish Inc.* Tokyo. 1983.
- Armisen, R. World-wide use and important of *Gracilaria*. *J. Appl. Phycol.*, v.7, p.231-243, 1995.
- Bird, K.T. Agar production and quality from *Gracilaria* sp. strain G-16: effects of environmental factors. *Bot. Mar.*, v.31, p.33-39, 1988.
- Bravin, I.C. & Yoneshigue-Valentin, Y. The influence of environment factors on *in vitro* growth of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta). *Rev. Bras. Bot.*, v.25, p.469-474, 2002.

- Cabral, T.M. Avaliação do crescimento da agarófita *Gracilaria domingensis* no litoral do Rio Grande do Norte. 2003. Disponível em: <<http://www.adaltech.com.br>>. Acesso em: 30 abr. 2007.
- Carneiro, M.A.A.; Cabral, T.M.; Panucci, R.A.; Dantas, D.D.F.; Marinho-Soriano, E. Estudo do crescimento da agarófita *Gracilaria birdiae* (RHODOPHYTA) em mar aberto. Disponível em: <<http://www.adaltech.com.br/evento/museugoeldi/resumoshtm/resumos/R0328-1.htm>>. Acesso em: 29 abr. 2007.
- Carvalho Filho, J. Algas – uma alternativa para as comunidades pesqueiras? *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v.14, n.84, p.53-56, 2004.
- Chen, L.C.M. Human consumption of Porphyra. Monterey bay Aquarium Research Institute. Moss Landing, 1999. Disponível em: <<http://www.mbari.org/staff/cinn/botany/reds/lisa/consume.htm>>. Acesso em: 19 Mai. 2004.
- Dawes, C.J. *Marine Botany*. John Wiley & Sons, 480 p., New York, 1995.
- De Boer, J.A. *A report on the fisheries training and development project*. BHA/78/001, 301 p., Nassau, 1981.
- Eswaran, K.; Ghosh, P.K. & Mairh, O.P. Experimental field cultivation of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty. Ex.Silva et Mandapam region. *Seaweed Res. Util.*, v.24, p.67-72, 2002.
- Faccini, A. & Berchez, L.F. Management of natural beds and standing stock evaluation of *Hypnea musciformis* (Gigartinales, Rhodophyta) in south-eastern Brazil. *J. Appl. Phycol.*, v.12, p.101-103, 2000.
- Farias, W.R.L.; Nazareth, R.A. & Mourão, P.A.S. Dual effects of sulfated D-galactans from the red alga *Botryocladia occidentalis* preventing thrombosis and inducing platelet aggregation. *Thrombosis and Haemostasia*, Stuttgart, v.86, n.6, p.1540-1546, 2001.
- Farias, W.R.L.; Valente, A.P.; Pereira, M.S. & Mourão, P.A.S. Structure and anticoagulant activity of sulfated galactans. Isolation of a unique sulfated galactan from the red alga *Botryocladia occidentalis* and comparison of its anticoagulant action with that of sulfated galactans. *J. Biol. Chem.*, Bethesda, v.275, n.38, p.29299-29307, 2000.
- Fu, Y. W.; Hou, W.Y.; Yeh, S.T.; Li, C. H. & Chen, J.C. The immunostimulatory effects of hot-water extract of *Gelidium amansii* via immersion, injection and dietary administrations on white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish Shel. Immun.*, London, v.22, n.6, p.673-685, 2007.
- Genesan, M.; Thiruppathi, S. & Bhavanath, J. Mariculture of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux in South east coast of India. *Aquaculture*, Amsterdam, v.256, n.1-4, p.201-211, Jun 2006.
- Glicksman, M. *Food hydrocolloids. Natural plant exudates – seaweed extracts*. CRC Press, Boca Raton, 1983.
- Glenn, E.P.; Moore, D.; Brown, J.J.; Tanner, R.; Fitzsimmons, Akutigawa, M. & Sherman, N. A sustainable culture system for *Gracilaria parvispora* Rhodophyta using sporelings, reef growout and floating cages in Hawaii. *Aquaculture*, Amsterdam, v.165, n.3-4, p.221-232, 1998.
- Glenn, E.P.; Moore, D.; Akutagawa, M.; Himler, A.; Walsh, T. & Nelson, S.G. Correlation between *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) biomass production and water quality factors on a tropical reef in Hawaii. *Aquaculture*, Amsterdam, v.178, n.3-4, p.323-331, 1999.
- Glenn, E.P. & Doty, M.S. Growth of the seaweeds *Kappaphycus alvarezii*, *K. striatum* and *Eucheuma denticulatum* as affected by environment in Hawaii. *Aquaculture*, Amsterdam, v.84, n.3-4, p.245-255, Feb 1990.
- Glicksman, M. *Food hydrocolloids. Natural plant exudates - seaweed extracts*, Vol.2. CRC Press, Boca Raton, 2nd edition, 1983.
- Lapointe, B.E.; Ryther, J.H. Some aspects of the growth and yield of *Gracilaria tikvahine* in culture. *Aquaculture*, Amsterdam, v.15, n.3, p.185-193, Nov 1978.
- Lelis, F.C.L. *Avaliação do crescimento da alga marinha Gracilaria birdiae*, (Gracilariales, Rhodophyta), cultivada em estrutura long line. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 74 p, Fortaleza, 2006.
- Levring, T.; Hoppe, H.A. & Schmid, O.J. *Marine algae. A survey of research and utilization*. Botanical Marine Handbook, vol.1, 421 p., 1969.
- Marinho-Soriano, E. & Bourret, E. Polysaccharides from the red seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta). *Biores. Technol.*, Oxford, v.96, n.3, p.379-382, Feb 2005.
- Masih-Neto, T. Cultivo experimental da alga *Hypnea musciformis*, p.146-147, in *Anais do XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, 1., Fortaleza, 2005.
- Masih-Neto, T.; Teixeira, D.I. & Bezerra, C.A. Survey of suitable areas in Ceará State, Brazil, p.469, in *World Aquaculture*, 1, Salvador, 2003..

- Masih-Neto, T.; Ogawa, M.; Castro, L.A.A. & Teixeira, D.I.A. Cultivo da macroalga marinha *Hypnea musciformis* na praia de Flecheiras, Ceará, p.43, in *Resumos do XI Congresso Brasileiro de Ficologia*, 1, Itajaí, 2006.
- Mcneely, W.H. & Pettitt, D.J. Algin, p.31-49, in *Industrial gums*. Academic Press, 2nd edition, New York, 1973.
- Muñoz, J.; Freile-Pelegrin, Y. & Robledo, D. Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) color strains in tropical waters of Yucatán, México. *Aquaculture*, Amsterdam, v.239, n.1-4, p.161-177, 2004.
- Norambuena, R. Recent trends of seaweed production in Chile. *Hydrobiology*. Dordrecht, v.327, p.371-379, 1996.
- Ohno, M.; Largo, D.B. & Ikumoto, T. Growth rate, carageenan yield and gel properties of cultured *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty in the subtropical waters of Shikoku, Japan. *J. Appl. Phycology*, v.6, p.1-5, 1994.
- Oliveira Filho, E.C. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, 400 p., São Paulo, 1977.
- Paula, E.J. & Pereira, R.T.L. Factors affecting growth rates of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P. Silva (Rhodophyta, Solieriaceae) in subtropical waters of São Paulo, Brazil, p.381-388, in *Proceedings of the International Industry Seaweed Symposium*, 17., São Paulo, 2003.
- Panucci, R.A. Uso da macroalga *Gracilaria caudate* J. Agardh como biofiltro no tratamento de efluentes da carcinicultura. UFRN. Disponível em: <<http://www.adaltech.com.br>>. Acesso em: 19 fev. 2007.
- Plastino, E.M. & Oliveira, E.C. *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta), a new species from the tropical South American Atlantic with a terete frond and deep spermatocyst conceptacles. *Phycologia*, v.41, p.389-396, 2002.
- Plastino, E.M.; Ursi, S. & Fujii, M.T. Color inheritance, pigment characterization, and growth of a rare light green strain of *Gracilaria birdiae* (*Gracilaria*, Rhodophyta). *Phycol. Res.*, v.52, p.45-52, 2004.
- Reis, R.P. Cultivo de algas vermelhas de interesse comercial na Ilha de Marambaia, p.289-300, in *Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia*, 1, Salvador, 2004.
- Reis, R.P. & Yoneshigue-Valentin, Y. Phenology of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta, Gigartinales) in three populations from Rio de Janeiro State, Brazil. *Bot. Mar.*, v.43, p.299-304, 2000.
- Renn, D. Biotechnology and the red seaweed polysaccharide industry: status, needs and prospects. *TIBTECH*, v.15, p.9-14, 1997.
- Salles, J. & Horta, P.A. Cultivo de *Gracilaria córnea* (Rhodophyta, Gigartinales) em áreas afastadas da costa paraibana, p.42, in *Resumos do Congresso Brasileiro de Ficologia*, 1., Itajaí, 2006.
- Santelices, B. & Doty, M. A review of *Gracilaria* farming. *Aquaculture*, Amsterdam, v.78, n.2, p.95-133, 1989.
- Selby, H.H. & Wynne, W.H. Agar, p.29-48, in *Industrial gums*. Academic Press, New York, 1973.
- Subbaramaiah, K. & Thomas, P.C. Raft cultivation of *Gracilaria edulis* (Gmel) Silva. *Prod. Indian Acad. Sci.* v.100, p.123-127, 1990.
- Troell, M.; Ronnback, P.; Halling, C.; Kautsky, N.; Buschmann, A. Ecological engineering in aquaculture: use of seaweeds for removing nutrients from intensive mariculture. *J. of Appl. Phycol.*, v.11, p.89-97, 1999.
- Wong, K.H. & Cheung, P.C.K. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds. Part I. Proximate composition, amino acid profile and some physico-chemical properties. *Food Chem.*, v.71, n.4, p.475-482, 2000.
- Yang, Y.F.; Fei, X.G.; Song, J.M.; Hu, H.Y.; Wang, G.C. & Chung, I.K. Growth of *Gracilaria lemaneiformis* under different cultivation conditions and its effects on nutrient removal in Chinese coast waters. *Aquaculture*, Amsterdam, v.254, n.1-4, p.248-255, 2006.
- Zhang, H.J.; Mao, W.J.; Fang, F.; Li, H.Y.; Sun, H.H.; Chen, Y.; Qi, X.H. Chemical characteristics and anticoagulant activities of a sulfated polysaccharide and its fragments from *Monostroma latissimum*. *Carbohydrate Polymers*, Oxford, v.71, n.3, p.428-434, 2008.
- Zhou, G.; Sun, Y.P.; Xin, H.; Zhang, Y.N.; Li, Z. & Xu, Z.H. In vivo antitumor and immunomodulation activities of different molecular weight lambda-carageenans from *Chondrus ocellatus*. *Pharmacol. Res.*, v.50, n.1, p.47-53, 2004.
- Zilinskas, R.A. & Lundin, C.G. *Marine biotechnology and developing countries*. World Bank Discussion Paper n° 210, 29 p., 1993.