



*Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas*

AGRICULTURA, PECUÁRIA, PESCA E AQUICULTURA

# dossiê técnico

## Algas marinhas

**Gabrielle Chaiben Consentino Franco de Souza**  
Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR

Maio/2011





Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas**

# dossiê técnico

## Algas marinhas

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



Dossiê Técnico	SOUZA, Gabrielle Chaiben Consentino Franco de Algas marinhas Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR 17/5/2011
Resumo	As algas marinhas são fontes de muitos compostos de interesse comercial e industrial e são utilizadas nas indústrias alimentícias, farmacêuticas, de cosméticos e na agricultura. Apesar do grande potencial na geração de produtos e de seu cultivo ser considerado relativamente seguro quando comparado a outras formas de maricultura, seu aproveitamento econômico no litoral brasileiro é ainda muito pequeno. Este dossiê tratará sobre a classificação das algas marinhas, seu cultivo, estruturas necessárias, beneficiamento e suas aplicações.
Assunto Palavras-chave	CULTIVO DE ALGAS EM ÁGUA SALGADA E SALOBRA <i>Agar-agar; agricultura; alga marinha; alga parda; alga verde; alga vermelha; algicultura; alginato; alimentação; aquicultura; Chlorophyta; colóide; cultivo; ficocolóide; goma carragena; maricultura; Phaeophyta; Rhodophyta; secagem</i>



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que criem obras não comerciais e sejam dados os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	3
<b>2 CLASSIFICAÇÃO</b> .....	3
2.1 Algas verdes .....	3
2.2 Algas pardas .....	3
2.3 Algas vermelhas .....	4
<b>3 CULTIVO DE ALGAS</b> .....	4
3.1 Seleção do local .....	5
3.2 Obtenção das algas para o cultivo .....	6
3.3 Sistemas de cultivo .....	6
3.3.1 Balsa flutuante .....	6
3.3.2 <i>Long-line</i> .....	7
3.3.3 Suporte imóvel .....	8
<b>4 MANEJO DO CULTIVO</b> .....	9
4.1 Instalação .....	9
4.2 Manutenção .....	9
4.3 Colheita .....	10
<b>5 SECAGEM DAS ALGAS</b> .....	10
<b>6 ORGANISMOS PREJUDICIAIS AO CULTIVO</b> .....	11
<b>7 APLICAÇÕES DAS ALGAS</b> .....	12
7.1 Alimentação .....	12
7.1.1 <i>Wakame</i> .....	12
7.1.2 <i>Dulse</i> .....	13
7.1.3 “Esparguete” do mar .....	13
7.1.4 <i>Kombu</i> .....	14
7.1.5 <i>Nori</i> .....	14
7.1.6 Musgo da Irlanda .....	15
7.2 Ficocolóides .....	15
7.2.1 Agar-agar .....	16
7.2.2 Goma carragena .....	18
7.2.3 Alginato .....	19
7.3 Outras aplicações .....	19
7.3.1 Fertilizantes .....	19
7.3.2 Rações .....	19
7.3.3 Ficobiliproteínas .....	20
7.3.4 Medicina .....	20
7.3.5 Bioadsorvente .....	20
7.3.6 Cosméticos .....	20
<b>Conclusões e recomendações</b> .....	20
<b>Referências</b> .....	21

## Conteúdo

### 1 INTRODUÇÃO

O termo alga engloba os organismos que possuem clorofila “a” e um talo não diferenciado em raiz, caule ou folhas, com hábitos predominantemente aquáticos. O fato de possuírem clorofila não implica que sejam verdes, pois possuem outros pigmentos que proporcionam colorações variadas (PAULA *et al.*, 2007).

As algas podem ser encontradas em diversos ambientes, existindo desde formas terrestres e aquáticas até formas que vivem associadas com outros organismos. As formas mais comuns são as aquáticas, podendo ser encontradas em rios, lagos, mangues e mares. Nesses ambientes, podem fazer parte dos bentos (organismos que vivem fixados a um substrato) ou do plâncton (organismos que vivem em suspensão na coluna de água com pouca ou nenhuma capacidade de locomoção) (PAULA *et al.*, 2007).

As macroalgas são importantes produtoras primárias do ecossistema, pois além de promover a troca de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por oxigênio (O<sub>2</sub>) pelo processo de fotossíntese, são fonte de alimento para diversos organismos marinhos. Além disso, participam da ciclagem de nutrientes, pois captam os nutrientes dissolvidos na água para o crescimento. Após a sua morte e decomposição, esses nutrientes retornam ao ambiente. Quando agregadas, formam bancos macroalgais, indispensáveis para a criação de abrigos físicos para larvas e juvenis de peixes e invertebrados (LANARI, 2006).

### 2 CLASSIFICAÇÃO

As macroalgas são formadas por talos pluricelulares e podem ser agrupadas em três grupos principais: *Chlorophyta* (algas verdes), *Phaeophyta* (algas pardas) e *Rhodophyta* (algas vermelhas). Esta divisão está baseada nas diferenças existentes na coloração dos talos devido à presença de pigmentos que auxiliam na captação da luz para fotossíntese, como clorofila, ficobilinas e xantofilas. Podem apresentar diferentes formas de talo e um amplo intervalo de tamanho (LANARI, 2006).

#### 2.1 Algas verdes

As clorófitas ou clorófitas constituem um dos mais importantes componentes do fitoplâncton. Pelo processo de fotossíntese, produzem a maior parte do oxigênio molecular disponível no planeta. São encontradas em diversos habitats, mas apenas 10% são marinhas (LELIS, 2006). Embora a maioria seja aquática, também são encontradas em troncos de árvores, no solo e em associações simbióticas com fungos, protozoários de água doce, esponjas e celenterados. A maioria das formas marinhas é encontrada em águas tropicais e sub-tropicais, fazendo parte dos bentos (PAULA *et al.*, 2007).

Os pigmentos encontrados nas algas verdes são muito semelhantes aos encontrados nas plantas vasculares e nas briófitas, estando presente as clorofilas “a” e “b” e uma grande variedade e quantidade de carotenoides, sendo o principal a xantofila. Assim como as plantas terrestres, acumulam amido no interior de suas células como produto de reserva (PAULA *et al.*, 2007).

O principal constituinte da parede celular é a celulose, mas em alguns gêneros podem ocorrer polímeros de xilose ou polímeros de manose. Pode ocorrer depósito de carbonato de cálcio na parede de alguns gêneros (PAULA *et al.*, 2007).

#### 2.2 Algas pardas

As feófitas ou feófitas são pluricelulares, predominantemente marinhas. Vivem fixadas em um substrato ou flutuando, formando imensas florestas submersas (LELIS, 2006). Em águas claras, podem ser encontradas em profundidade de até 220 metros (PAULA *et al.*, 2007). De maneira geral, as feófitas são de grande porte, podendo atingir mais de 25 metros (LELIS, 2006). As grandes algas pardas marinhas são chamadas de *kelps* (FACCINI, 2007).

Possuem os pigmentos clorofila “a” e “c” associados a carotenoides, principalmente a fucoxantina, responsável pela cor castanha. Acumulam óleos e polissacarídeos como substâncias de reserva (LELIS, 2006).

A parede celular é constituída internamente por celulose e mais externamente pelos polissacarídeos ácido algínico e fucoidina. O ácido algínico pode estar associado a íons de cálcio, magnésio e ferro, formando os alginatos (PAULA *et al.*, 2007).

### 2.3 Algas vermelhas

As rodófitas ou rodófitas são predominantemente pluricelulares, existindo poucos gêneros unicelulares (LELIS, 2006). São encontradas predominantemente em águas tropicais e quentes, mas também podem estar em regiões polares. Em águas transparentes, são encontradas em profundidades de até 260 metros. A maioria das algas pertencentes a este grupo são marinhas, existindo poucas espécies de água doce (PAULA *et al.*, 2007). Estas algas marinhas são bentônicas, pois necessitam do movimento das marés para as trocas gasosas (LELIS, 2006).

Sua coloração avermelhada é resultante da presença do pigmento ficoeritrina. Possuem também clorofilas “a” e “d” e diversos carotenoides e acumulam amido como material de reserva (LELIS, 2006).

A parede celular é formada por duas partes, uma interna e outra externa. A parte interna é rígida, sendo constituída por microfibrilas de celulose. A parte mais externa é mucilagínosa, sendo constituída por polímeros de galactanas, como o agar e a carragenana. Algumas espécies apresentam deposição de carbonato de cálcio na parede, conferindo grande rigidez ao talo (PAULA *et al.*, 2007).

## 3 CULTIVO DE ALGAS

O aumento da demanda de produtos derivados de algas contribui para a diminuição dos recursos naturais devido à exploração excessiva e a falta de uma política de manejo adequada para a colheita (MARINHO-SORIANO, 2005 *apud* BEZERRA, 2008). Dessa forma, o cultivo de algas tornou-se uma opção para aumentar a produção e uma alternativa viável para a conservação dos bancos naturais (BEZERRA, 2008).

A exploração, a exploração (retirada, extração ou obtenção de recursos naturais, geralmente não renováveis), o transporte e a comercialização de algas marinhas do litoral brasileiro feitos por pessoas físicas ou jurídicas necessitam da autorização do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (BRASIL, 2006).

A maricultura, um subsistema da aquicultura, é o cultivo de organismos marinhos em águas marinhas (PINTO; GIACAGLIA; ASSIS, 2009). A algicultura, uma das formas de maricultura, é definida como o cultivo de algas em larga escala e em área de pouca profundidade. Esta forma de cultivo facilita a colheita, o controle do produto, evita a exploração excessiva dos bancos naturais e possibilita o cultivo de espécies selecionadas que apresentam rendimento mais elevado (UNCDAT/GATT, 1981 *apud* BEZERRA, 2008). Além disso, a produção pode ser ajustada conforme a demanda do mercado (BEZERRA, 2008).

As principais espécies de algas cultivadas são: as algas pardas *Laminaria japonica* e *Undaria pinnatifida*; as algas vermelhas *Euclima* spp e *Gracilaria* spp; e a alga verde *Monostroma* sp (LELIS, 2006).

O investimento para o cultivo de algas é reduzido quando comparado a outras modalidades de aquicultura, como camarão e peixe. Além disso, pode ser desenvolvida uma produção consorciada com estas culturas, aumentando o lucro sem a necessidade da construção de novas instalações e diminuindo a descarga de poluentes provenientes dos cultivos de animais aquáticos (MARINHO-SORIANO *et al.*, 2002 *apud* BEZERRA, 2008).

O primeiro passo para a implantação de um cultivo em grande escala é conhecer a alga que melhor se adapta às condições climáticas da região (SANTOS *et al.*, [200-?]). Deve-se estabelecer uma metodologia de cultivo com boa relação custo-benefício e de fácil manejo. Deve-se também ter conhecimento da ecologia, fisiologia e produtividade das espécies de interesse econômico. Com essas informações é possível implantar as fazendas produtivas para gerar fontes de renda alternativa para as populações costeiras (BEZERRA, 2008).

As algas selecionadas para o cultivo devem apresentar uma boa taxa de crescimento, ter alta produção durante a colheita e fornecer grande quantidade de material seco de boa qualidade (SANTOS *et al.*, [200-?]).

### 3.1 Seleção do local

Para a escolha de um local de cultivo adequado, devem ser considerados os aspectos técnicos e os aspectos legais (ACCIOLY, 2003).

O desenvolvimento das algas pode ser influenciado pelos seguintes fatores: profundidade, movimento da água, iluminação, temperatura, salinidade, nutrientes presentes na água e substrato de fixação (SANTOS *et al.*, [200-?]).

A instalação e a manutenção do cultivo tornam-se mais difíceis com o aumento da profundidade. No entanto, a profundidade não pode ser tão pequena para evitar que as algas fiquem fora da água nos períodos de maré baixa (ACCIOLY, 2003).

A correnteza é importante para o cultivo, pois é o movimento da água que trará os nutrientes e movimentará as algas, fazendo com que elas tomem sol em toda a sua extensão, além de realizar a limpeza. Assim, um local sem correnteza não é adequado para o cultivo. Porém, se a correnteza for muito forte, ela impedirá que as algas cresçam muito, pois elas se quebrarão quando atingirem um certo tamanho, o que obrigará que as colheitas sejam mais frequentes. Além disso, ela dificulta o trabalho que é realizado dentro da água e danifica as estruturas, obrigando a realização de uma manutenção mais intensa e com maior reposição de materiais (ACCIOLY, 2003).

Quanto à temperatura e à salinidade, algumas espécies toleram amplas variações. Porém, a maioria das espécies brasileiras cresce na temperatura entre 22 e 28°C e salinidade entre 28 e 36‰ (OLIVEIRA, 1997 *apud* SANTOS *et al.*, [200-?]). A temperatura deve ser medida com termômetros para aquário, enquanto que a salinidade pode ser medida utilizando salinômetros eletrônicos, refratômetros ou densímetros (ACCIOLY, 2003).

O fundo indica, de modo geral, o tipo de água e a correnteza que passa pelo local, além de determinar o melhor tipo de estrutura para fixação do cultivo. Os fundos de areia fina são os mais indicados. Os fundos de lama são ótimos para a fixação do cultivo, porém indicam que haverá uma grande deposição de partículas finas sobre as algas, reduzindo o crescimento e favorecendo o surgimento de epífitas, o que aumentará o trabalho. Os fundos de areia grossa indicam uma água boa para o cultivo, porém a fixação é mais difícil e poderá ocorrer no local correntezas fortes e ondas, dificultando o trabalho. Os fundos de pedra também são difíceis para realizar a fixação do cultivo. Além disso, há grande possibilidade de ocorrerem animais herbívoros (ACCIOLY, 2003).

Para a instalação de uma fazenda marinha, é necessária a legalização da atividade. Desse modo, deve ser providenciado um estudo da área, identificando sua localização por meio de GPS (Sistema de Posicionamento Global) e seu tamanho. Os órgãos responsáveis pela licença dos usos das águas públicas para a aquicultura são: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP) e Instituto de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) do estado (BEZERRA *et al.*, 2004 *apud* SANTOS *et al.*, [200-?]).

### 3.2 Obtenção das algas para o cultivo

Os exemplares que serão cultivados podem ser obtidos pela coleta de mudas (BUSCHMANN *et al.*, 2001 *apud* BEZERRA, 2008) ou pela germinação de esporos (GLEEN *et al.*, 1998 *apud* BEZERRA, 2008).

A coleta de mudas pode ser realizada por extração manual ou por mergulho livre ou por ar comprimido. A extração manual é realizada, predominantemente, nos períodos de maré baixa. O mergulho livre ou por ar comprimido é realizado em regiões entre marés até as regiões isóbatas com, aproximadamente, 5 metros de profundidade (OLIVEIRA *et al.*, 2002 *apud* SANTOS *et al.*, [200-?]).

Para o cultivo de esporos, é necessária a construção de uma estrutura que funciona como substrato artificial e tem a função de servir como apoio e ponto de fixação dos esporos (RAPOSO *et al.*, 1975 *apud* SANTOS, [200-?]). O método consiste em enrolar as algas em cordas com 3 a 4 milímetros de diâmetro que são enroladas em tubos de PVC (cloreto de polivinila) de 60 centímetros de comprimento (FIG. 1). Estas estruturas são mantidas em tanques até que ocorra a liberação dos esporos, quando as algas são retiradas (LELIS, 2006).



Figura 1 – Modelo de estrutura utilizada como substrato artificial para a produção de esporos  
Fonte: (LELIS, 2006)

Os esporos aderem às cordas que são mantidas nos tanques por um período de dois meses para que ocorra o crescimento dos esporos até o tamanho de 1 ou 2 milímetros. Essas cordas são então transportadas em bolsas plásticas até o local onde o cultivo será instalado, sendo então desenroladas e presas nas estacas (LELIS, 2006).

### 3.3 Sistemas de cultivo

As técnicas de cultivo em escala comercial são derivadas de dois métodos: suportes imóveis (estruturas de fundo) ou suportes flutuantes (balsas e linhas mestras) (LELIS, 2006).

Quando são utilizados suportes imóveis, as algas permanecem imóveis e sofrem todo o impacto mecânico que é provocado pela circulação da água. No caso dos suportes flutuantes, parte do impacto é transmitido para a estrutura de flutuação que poderá se movimentar no sentido vertical ou horizontal (ARECES, 1995 *apud* LELIS, 2006).

#### 3.3.1 Balsa flutuante

O método da balsa flutuante consiste em cultivar as algas em uma estrutura que permanece na superfície por meio de bóias, subindo e descendo de acordo com as mudanças da maré (FIG. 2 e 3) (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

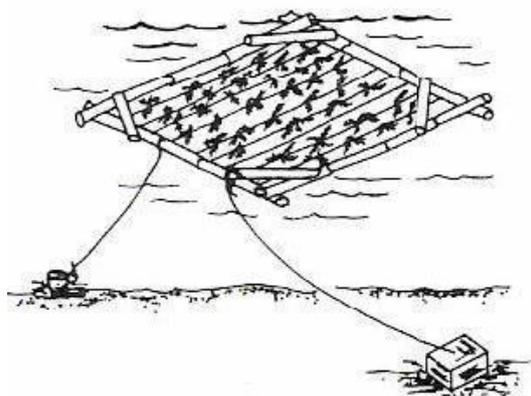


Figura 2 – Estrutura para o cultivo de balsa flutuante  
Fonte: (LELIS, 2006)



Figura 3 – Cultivo em balsa da macroalga *Kappaphycus alvarezzi*  
Fonte: (HAYASHI, 2001)

As balsas podem ser construídas com diversos materiais: bambu, tubos de PVC e madeiras duráveis na água do mar. Também são necessárias cordas, nas quais serão inseridos os talos das algas. A balsa deve ser ancorada no fundo do mar. Quando as algas começam a crescer, a estrutura torna-se mais pesada e afunda. Para contornar esse problema, devem ser inseridos flutuadores (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

Este método tem como vantagem a possibilidade de ser utilizado tanto em águas rasas como em águas profundas. Tanto a montagem da estrutura como a implementação do cultivo podem ser realizados em terra. Outra vantagem é que a balsa pode ser movimentada de acordo com a necessidade, além de poder ser construída com a madeira disponível na região (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

No entanto, a estrutura pode afundar ou quebrar durante o mau tempo e pode ser danificada pela passagem de barcos a motor. Outra desvantagem é a necessidade do uso de materiais flutuantes, o que encarece o processo (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

### 3.3.2 Long-line

O método *long-line* é semelhante ao método da balsa flutuante, pois as algas também são colocadas em uma corda que está suspensa por bóias (FIG. 4). Porém, neste método a corda é mais espessa e está ligada a flutuadores de plástico ou de bambu fixados com intervalos de 4 a 5 metros e ancorada em cada extremidade (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

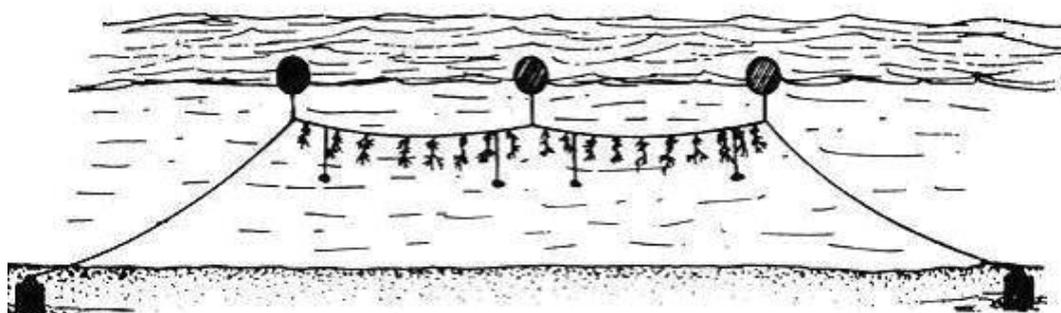


Figura 4 – Estrutura para o cultivo *long-line*  
Fonte: (FOSCARINI; PRAKASH, 1990)

Assim, a estrutura *long-line* consiste, basicamente, de uma linha mestra que possui comprimento e diâmetro variáveis com boias colocadas nas extremidades e em toda a extensão da linha. A fixação é feita por meio de cordas presas em âncoras que são colocadas nas extremidades da linha mestra (LELIS, 2006).

Esta estrutura permite que a luz incidente seja aproveitada ao máximo, além de proporcionar um controle mais fácil do epifitismo (SHACKLOCH; DOLY, 1983 *apud* LELIS,

2006). Outra vantagem é que a estrutura *long-line* pode ser colocada em quase todo lugar e, se houver necessidade, o cultivo pode ser movimentado (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa). Como estas estruturas podem ser instaladas tanto em regiões abertas e profundas, como em baías e enseadas, este sistema é muito utilizado para o cultivo de espécies marinhas de grande valor comercial e exploradas economicamente (LELIS, 2006).

As desvantagens deste método são: o cultivo e a colheita não podem ser facilmente realizados em terra; a estrutura pode ser danificada pela passagem de barcos a motor; é necessário o uso de materiais para flutuação e as cordas têm custo elevado (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

### 3.3.3 Suporte imóvel

Neste método, estacas de madeira, entre 1,0 e 1,5 metros são cravadas na areia e entre elas é esticada uma corda (FIG. 5). Esta corda deve ficar entre 20 a 30 centímetros do fundo mar para evitar que quando as algas cresçam elas encostem na areia. As cordas também devem permanecer de 20 a 30 centímetros abaixo da superfície da água para evitar que durante a maré baixa elas sejam expostas diretamente ao sol, o que as mataria (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa). Estas cordas devem ser alinhadas paralelamente às correntes principais de maré, conforme a Figura 6 (LELIS, 2006).

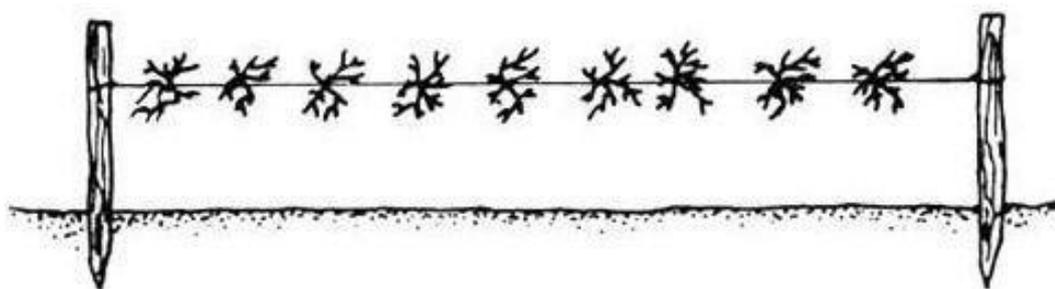


Figura 5 – Estrutura para o cultivo suporte imóvel  
Fonte: (FOSCARINI; PRAKASH, 1990)

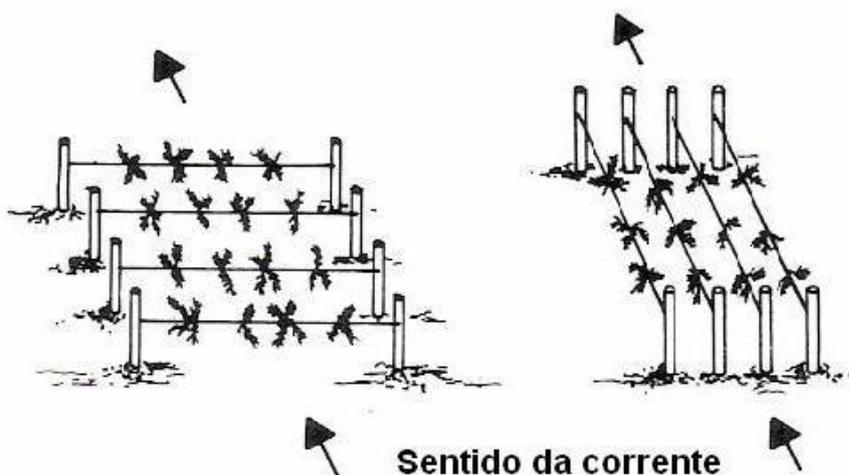


Figura 6 – Posição do cultivo suporte imóvel de acordo com o sentido da corrente  
Fonte: (LELIS, 2006)

O investimento para iniciar o cultivo de algas utilizando o método do suporte imóvel é baixo, a construção da estrutura é simples e o manejo do cultivo é fácil. Além disso, as cordas podem ser preparadas em terra e o acesso à fazenda marinha é fácil durante o período de maré baixa (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

Apesar das vantagens, é difícil encontrar uma boa área para fixar a estrutura e, caso haja necessidade, ela não pode ser movimentada. Outra desvantagem é que os peixes herbívoros podem ficar ao redor das algas, atrapalhando o cultivo (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

## 4 MANEJO DO CULTIVO

O objetivo do manejo é o crescimento saudável das algas. É dividido nas seguintes etapas: instalação, manutenção e colheita e replantio. Estas etapas devem ser seguidas, pois qualquer problema em uma delas pode afetar todo o processo produtivo (ACCIOLY, 2003).

### 4.1 Instalação

Após a escolha da estrutura de cultivo e sua construção, o próximo passo é a colocação das algas nestas estruturas. Para tanto, é preciso obter as matrizes, preparar as mudas e amarrar as mudas na estrutura (ACCIOLY, 2003).

As algas adultas que darão origem às mudas que serão utilizadas para o cultivo são denominadas matrizes. As algas escolhidas devem ser saudáveis, inférteis e livres de epífitas e doenças. Elas podem ser obtidas nos recifes ou entre as algas de outro cultivo (ACCIOLY, 2003).

As matrizes escolhidas devem ser colocadas em cestos na sombra e devem ser molhadas a cada 15 a 30 minutos com água do mar. Neste processo, não pode ser utilizada água doce e as algas devem ser protegidas da água da chuva, pois isso poderá matá-las. Para que as algas selecionadas não sejam danificadas, devem-se evitar pilhas muito grandes, o contato com a areia e o contato com substâncias químicas (ACCIOLY, 2003).

Dependendo do tamanho, cada matriz originará várias mudas. A matriz deve ser cortada em pequenos pedaços de aproximadamente cinco centímetros, denominados mudas. As mudas devem ser bem ramificadas, limpas e saudáveis e devem ser amarradas utilizando um pedaço de fitilho. O nó não deve ser muito apertado para não danificar a alga e nem tão folgado que deixe a muda escapar. As mudas devem ser amarradas nas cordas (ACCIOLY, 2003).

### 4.2 Manutenção

Após a instalação do cultivo é necessário iniciar a sua manutenção que consiste na inspeção constante das estruturas e das algas cultivadas. O processo de manutenção engloba a limpeza, a reposição de materiais ou mudas, a correção de falhas e a prevenção de acidentes (ACCIOLY, 2003).

Durante o cultivo, algumas algas podem se soltar da corda. Elas devem ser repostas o quanto antes para que a quantidade de algas por corda permaneça igual. A proximidade entre as algas favorece a limpeza pois, com o movimento das águas, elas se tocam e se limpam, diminuindo a ocorrência de epífitas. Além disso, quanto menor a quantidade de mudas na corda, menor será a produção (ACCIOLY, 2003).

Se a alga apresentar coloração esbranquiçada, manchas ou poucos ramos e ápices, ela deverá ser removida e uma nova deverá ser colocada em seu lugar. Esse procedimento é importante, pois, além de não crescerem, as algas que não estiverem saudáveis poderão contaminar outras do cultivo. As algas com aparência saudável, mas que não se ramificam e não crescem também deverão ser substituídas, pois não contribuirão com a produção da colheita (ACCIOLY, 2003).

Para evitar as epífitas e que incrustações sejam formadas sobre o cultivo, deve-se retirar sujeiras, plantas ou animais. Uma limpeza por semana deve ser suficiente, caso contrário, deve-se aumentar a profundidade ou trocar o cultivo de local (ACCIOLY, 2003).

Estes procedimentos de manutenção devem ser realizados ou a época da colheita deve ser modificada se o ataque de animais for constante. Os sinais do ataque por herbívoros são pontas das plantas mordidas, sinais pequenos de mordidas ao longo do talo e retirada de plantas inteiras (ACCIOLY, 2003).

As estruturas e as cordas podem se romper com o decorrer do tempo. Se alguma corda se soltar, deve ser amarrada novamente. Caso ela apresente aspecto desgastado, deve-se

trocá-la ou realizar uma emenda para reforçá-la. As cordas também devem ser limpas para evitar a formação de incrustações, para não ficarem pesadas ou causarem acidentes durante o trabalho (ACCIOLY, 2003).

As estacas utilizadas para a fixação dos cultivos devem ser checadas periodicamente para prevenir os acidentes originados da quebra ou desprendimento de alguma delas. As boias também devem ser verificadas e substituídas quando houver necessidade. Para que não percam a capacidade de flutuação, devem ser limpas periodicamente (ACCIOLY, 2003).

Após o tempo de cultivo, a alga deve ser colhida e uma nova deve ser colocada em seu lugar. Caso permaneçam no cultivo, o processo de crescimento é interrompido, reduzindo a produção (ACCIOLY, 2003).

### 4.3 Colheita

No processo de colheita, as algas são cortadas com uma tesoura ou uma faca a cerca de 5 centímetros da estrutura de fixação. O material colhido deve ser colocado em cestos ou sacos e transportado para o local onde ocorrerá a secagem. Uma parte deve ser separada para ser utilizada como mudas de reposição (ACCIOLY, 2003).

As algas que permanecem na estrutura devem ser limpas, retirando-se as epífitas, para continuar crescendo e produzindo. Somente algas sadias e bem ramificadas devem ser mantidas (ACCIOLY, 2003).

O trabalho deve ser realizado de forma contínua. O primeiro passo é cortar as algas que serão colhidas. Depois, se realiza uma limpeza para remover as epífitas e outras incrustações. Por último, repõem-se as mudas onde houver necessidade (ACCIOLY, 2003).

O tempo de cultivo dependerá do local, da época do ano e da alga cultivada. É preciso avaliar como elas estão crescendo, até que tamanho o crescimento é mais rápido e como está o crescimento das epífitas. Geralmente, a colheita é feita de dois em dois meses (ACCIOLY, 2003).

O processo de colheita é contínuo. Em cada dia de trabalho, com a manutenção, algumas algas são colhidas (ACCIOLY, 2003).

## 5 SECAGEM DAS ALGAS

As algas, para serem comercializadas, devem estar secas e limpas. Algas muito secas ficam duras, enquanto que algas que não secam o suficiente podem apodrecer. Assim, o teor de umidade considerado ideal é de, aproximadamente, 30%. Para não haver partes mais secas e partes ainda úmidas, a secagem deve ser uniforme, pois se uma parte apodrecer poderá comprometer toda a colheita (ACCIOLY, 2003).

O processo de secagem pode ser natural ou artificial. A secagem natural consiste na remoção de parte da água do produto por evaporação pela sua exposição ao sol (FIG. 7) ou à sombra em um ambiente relativamente seco. O produto pode ser colocado no chão ou sobre tabuleiros perfurados e peneiras. Para a uniformização da taxa de perda de umidade, o produto deve ser revolvido constantemente. Este método apresenta baixo custo de instalação e emprega uma fonte de aquecimento natural. O problema é que, dependendo das condições climáticas locais, o processo é lento (BIAGI; VALENTINI; QUEIROZ, 1992 *apud* CAVALCANTE, 2003).



Figura 7 – Secagem ao sol da alga *Gelidium corneum*  
 Fonte: (PEREIRA, [200-?])

Na secagem artificial, o produto úmido é submetido à ação de uma corrente de ar aquecido por uma fonte de energia térmica. É um processo dispendioso em energia térmica e mecânica, necessárias para aquecer e movimentar o ar (BIAGI; VALENTINI; QUEIROZ, 1992 *apud* CAVALCANTE, 2003).

A maneira mais simples de secar as algas é espalhá-las no chão sobre uma rede, uma lona ou folhas de coqueiro. No entanto, quando as algas são secas dessa maneira, a circulação do ar é muito limitada. Além disso, as algas que ficarem diretamente expostas ao sol (parte superior) irão secar de maneira eficiente enquanto que o restante (parte inferior) permanecerá molhado, motivo pelo qual elas devem ser revolvidas constantemente. Outro problema da secagem realizada diretamente no chão é que areia, terra e outros contaminantes podem misturar-se com a alga molhada, prejudicando a venda do produto (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

A maneira mais adequada de secagem de algas é colocá-las sobre tabuleiros perfurados ou peneiras para melhorar a circulação de ar (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

A duração do processo de secagem depende do tamanho do secador e das condições climáticas da região (ACCIOLY, 2003). Se o sol for abundante (de 8 a 9 horas por dia), o processo levará de 3 a 5 dias. Durante a noite e em períodos de chuva devem-se cobrir as algas com uma lona para impedir que elas se molhem, pois, caso isso ocorra, o tempo de secagem será maior. Após a secagem, o peso da alga decresce, aproximadamente, 10 vezes (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

As algas secas poderão ser armazenadas sobre um piso de cimento seco ou forrado com lonas plásticas ou sobre estrados de madeira, evitando o contato com o solo úmido (ACCIOLY, 2003). Os sacos de polipropileno são melhores para o armazenamento, pois não absorvem água (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

Algas secas com cristais de sal em sua superfície podem ser armazenadas por longos períodos, até 2 anos, sem estragar. Além disso, o sal que as cobre impede a deterioração da carragenana (FOSCARINI; PRAKASH, 1990, tradução nossa).

## 6 ORGANISMOS PREJUDICIAIS AO CULTIVO

Os organismos que podem trazer prejuízo ao cultivo de algas são: epífitos, herbívoros e patógenos (ACCIOLY, 2003).

Epífitos são organismos que crescem sobre o cultivo, como outras algas e animais. Estes organismos fazem da alga que está sendo cultivada sua moradia, prejudicando seu crescimento. Quando outras algas crescem sobre o cultivo, elas pegam a luz e os nutrientes destinados às algas cultivadas. Os animais fazem sombreamento, diminuindo a quantidade de luz para o cultivo. Além disso, os epífitos aumentam o peso sobre a alga cultivada, o que pode ocasionar quebras e perdas (ACCIOLY, 2003).

A fixação dos epífitos nas algas ocorre quando eles ainda são microscópicos. Por isso, é importante manter o cultivo limpo para que eles não cresçam e não prejudiquem a produção. As algas epífitas crescem muito rápido quando estão próximas à superfície. Assim, o cultivo deve ser feito a uma profundidade de no mínimo 0,6 metros. Outra maneira de reduzir os epífitos é deixar as algas bem limpas após a colheita (ACCIOLY, 2003).

Herbívoros são animais que se alimentam de plantas, reduzindo a produtividade do cultivo. Os herbívoros mais comuns são pequenos peixes, ouriços e tartarugas. Para evitar a presença desses animais indesejados, devem-se evitar locais próximos aos recifes onde normalmente estão os peixes e ouriços. Para evitar as tartarugas, deve-se manter a área movimentada (ACCIOLY, 2003).

Os patógenos são organismos que causam doenças, sendo conhecidos como micróbios. As algas podem ser acometidas por doenças causadas por fungos, bactérias ou vírus. Geralmente, ocorrem quando o cultivo está sob algum tipo de estresse. Para evitar este problema, quando houver algum ataque, devem-se eliminar as algas doentes e colocar novas em seu lugar (ACCIOLY, 2003).

## 7 APLICAÇÕES DAS ALGAS

As macroalgas marinhas são consumidas pelos povos orientais como parte da alimentação há milênios. Atualmente, além de fonte de alimentos, são utilizadas na fabricação de diversos produtos industrializados. Devido aos colóides extraídos de diversas espécies, atuam como agente espessante e estabilizante. Também são utilizadas como fármacos e na composição de adubos e rações (OLIVEIRA, 1997; OLIVEIRA *et al.*, 2005 *apud* PINTO; GIACAGLIA; ASSIS, 2009).

### 7.1 Alimentação

As algas são consumidas devido ao seu valor nutricional, sabor, cor e textura. Muitas contêm significantes quantidades de proteínas, vitaminas e minerais essenciais para a nutrição humana (FACCINI, 2007). As algas marinhas mais utilizadas na alimentação humana são as pertencentes aos gêneros *Porphyra*, *Laminaria* e *Undaria* (McHUGH, 2002 *apud* LELIS, 2006).

#### 7.1.1 Wakame

É constituído da alga *Undaria pinnatifida* (FIG. 8) que pertence ao grupo das feofíceas e pode atingir 1,5 metros de comprimento. É a segunda alga mais consumida na alimentação em todo o mundo. Sua procedência é, quase na totalidade, dos mares do Japão, Coréia e China (PEREIRA, [200-?]).



Figura 8 – Alga marinha *Undaria pinnatifida*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])

Possui textura e sabor agradável e é vendida na forma seca. Antes de ser consumida deve permanecer de molho por 10 minutos. Contêm proteínas de elevada digestibilidade, cálcio e iodo (PEREIRA, [200-?]).

### 7.1.2 *Dulse*

A alga *Palmaria palmata* (FIG. 9) pertence ao grupo das rodofíceas de pequeno porte (até 50 cm). Frequentemente cresce fixada a outras algas, fenômeno denominado epifitismo. Foi a primeira alga a ser referenciada como alimento humano (PEREIRA, [200-?]).



Figura 9 – Alga marinha *Palmaria palmata*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])

É constituída por minerais (ferro, potássio e iodo, responsáveis por 30% de seu peso), proteínas de elevado teor nutritivo (18% de seu peso), vitamina C e ficoeritrina (PEREIRA, [200-?]). Possui efeito vermífugo e atua com antisséptico e antiparasitário (SAÁ, 2002 *apud* PEREIRA, [200-?]).

### 7.1.3 “Esparguete” do mar

A alga *Himanthalia elongata* (FIG. 10) pertence ao grupo das feofíceas. É constituída por uma pequena estrutura basal perene com 2 a 3 cm. Na primavera, a partir dessa estrutura, desenvolvem-se cintas estreitas e compridas que nomeiam comercialmente essa alga e chegam a medir 3 m de comprimento (PEREIRA, [200-?]).



Figura 10 – Alga marinha *Himanthalia elongata*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])

É facilmente recolhida nas zonas costeiras e possui grande quantidade de biomassa, características responsáveis pelo baixo preço de sua comercialização. Possui elevado conteúdo de ferro e de fósforo, vitamina C e proporção sódio e potássio ideal para a saúde humana (PEREIRA, [200-?]).

#### 7.1.4 Kombu

O kombu original é constituído da alga *Saccharina japonica* (FIG. 11). A espécie *Saccharina latissima* (FIG. 12), anteriormente denominada *Laminaria saccharina*, é comercializada com a denominação de kombu real e possui composição semelhante ao kombu atlântico, obtido da alga *Laminaria ochroleuca* (FIG. 13) (PEREIRA, [200-?]).



Figura 11 – Alga marinha *Saccharina japonica*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])



Figura 12 – Alga marinha *Saccharina latissima*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])



Figura 13 – Alga marinha *Laminaria ochroleuca*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])

O produto industrializado é constituído por pedaços de alga seca ou em conserva. Pode ser utilizado em sopas, saladas, chás, misturado a outros alimentos ou em temperos (FACCINI, 2007).

Devido à presença de ácido glutâmico (glutamato), é utilizado na cozinha para conferir sabor, amaciar, evitar flatulência e aumentar a digestibilidade. Possui elevado conteúdo dos minerais magnésio, cálcio e iodo (PEREIRA, [200-?]).

#### 7.1.5 Nori

O nori original é produzido a partir das algas vermelhas *Porphyra yezoensis* e *P. tenera*. Atualmente, designa todos os produtos elaborados com lâminas de algas pertencentes ao gênero *Porphyra* (FIG. 14). É utilizado como invólucro dos *sushis* (PEREIRA, [200-?]).



Figura 14 – Alga marinha *Porphyra umbicalis*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])

As algas do gênero *Porphyra* contêm elevada quantidade de pró-vitamina A, vitamina B<sub>12</sub> e aminoácidos. Possui alta digestibilidade e baixo percentual de gorduras. Tais gorduras são de grande valor nutritivo, pois mais de 60% são ácidos poliinsaturados ômega 3 e ômega 6 (PEREIRA, [200-?]).

#### 7.1.6 Musgo da Irlanda

Também conhecido como musgo irlandês ou simplesmente musgo, é obtido da alga vermelha *Chondrus crispus* (FIG. 15). Esta alga é de pequeno porte e possui o talo em forma de leque. A intensidade da sua coloração diminui com o aumento da luminosidade, variando de vermelho-púrpura iridescente até uma coloração esverdeada (PEREIRA, [200-?]).



Figura 15 – Alga marinha *Chondrus crispus*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])

Apresenta grande quantidade de carragenanas, além de elevado teor protéico (20%), vitamina A (que não é degradada pelo cozimento), ácidos gordos poliinsaturados e sais minerais (PEREIRA, [200-?]).

## 7.2 Ficocoloides

São substâncias extraídas de algas, compostas por polissacarídeos coloidais que formam substâncias viscosas em meio aquoso, incluindo géis, que se solidificam com o decréscimo da temperatura (FACCINI, 2007).

São classificados em agar, carragenana e alginato. São utilizados na indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética, papel, têxtil, petrolífera e na biotecnologia (FACCINI, 2007). São muito utilizados como aditivos alimentares, pois conferem propriedades específicas ao produto como aumento da viscosidade, força de gel e estabilidade em misturas aquosas, soluções e emulsões. Além disso, possuem algumas propriedades específicas e não são tóxicos, o que confere a essas substâncias vantagens sobre outras gomas industriais. As propriedades dos ficocoloides e suas aplicações podem ser observadas no Quadro 1 (FACCINI, 2007).

Função	Exemplo de aplicação
Adesividade	Glacês, coberturas, merengues
Liga	Alimentos para animais
Encorpamento	Bebidas dietéticas
Inibição de cristais	Sorvetes, xaropes e alimentos congelados
Opacidade	Bebidas de frutas em geral
Revestimento	Confeitos, anéis de cebola
Fibra dietética	Cereais, pães
Emulsificação	Molhos de salada
Encapsulamento	Aromas em pó
Formação de filme	Tripas de salsicha, coberturas protetoras
Floculação	Vinhos
Estabilização de espumas	Crems batidos e cervejas
Gelificação	Pudins, sobremesas e confeitos
Moldagem	Gomas, doces, geléias
Proteção coloidal	Emulsões de aroma
Estabilização	Molhos de salada e sorvetes
Suspensão	Achocolatados
Aumento de volume	Derivados de carne
Inibição de sinérese	Queijos, alimentos congelados
Espessante	Geléia de frutas, recheios de tortas, molhos
Agente de batimento	Coberturas, “marshmallows”
Clarificação	Cervejas e vinhos

Quadro 1 – Propriedades dos ficocolóides e suas aplicações  
Fonte: (FACCINI, 2007)

### 7.2.1 Agar-agar

Também conhecido por agar ou agarose, é um hidrocolóide extraído de diversos gêneros e espécies de algas marinhas vermelhas denominadas agarófitas. É encontrado na parede celular destes organismos como carboidrato estrutural na forma de sais de cálcio ou uma mistura de sais de cálcio e magnésio (AGARGEL, 2003).

O agar é constituído de uma complexa mistura de polissacarídeos que é composta por duas frações principais: a agarose e agarpectina. A agarose é um polímero neutro que constitui a fração gelificante, enquanto a agarpectina é um polímero sulfatado que constitui a fração não-gelificante. Normalmente, a agarose compreende ao menos dois terços do agar natural, porém, a proporção destes dois polímeros varia conforme a espécie da alga (AGARGEL, 2003).

O teor de agar varia também conforme as condições do mar: concentração de dióxido de carbono; tensão de oxigênio; temperatura da água e intensidade de radiação solar (AGARGEL, 2003). Em muitas espécies, o teor de agar corresponde de 20 a 30% da biomassa seca aproximadamente (CHAOYUAN, 1990 *apud* LELIS, 2006).

As algas mais utilizadas para a produção dessa substância são as pertencentes aos gêneros *Gracilaria* (FIG. 16), *Gelidium* (FIG. 17) e *Pterocladia* (FIG.18). Geralmente são coletadas manualmente por pescadores em regiões com baixa profundidade e de maré baixa. Após a coleta, são colocadas ao sol para secagem até atingirem o nível de umidade ideal para o processamento (AGARGEL, 2003).



Figura 16 – Alga marinha *Gracilaria gracilis*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])



Figura 17 – Alga marinha *Gelidium corneum*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])



Figura 18 – Alga marinha *Pterocladia capillacea*  
Fonte: (PEREIRA, [200-?])

O agar de melhor qualidade é obtido das espécies de *Gelidium*, porém, a alga desta espécie é pequena, cresce lentamente e as tentativas de cultivá-la comercialmente foram inviáveis. Assim, sua obtenção é limitada a estoques naturais. As espécies de *Gracilaria* além de possuírem maior tamanho, já são cultivadas com sucesso, correspondendo a 65% do agar obtido (McHUGH, 2002 *apud* LELIS, 2006).

Apresenta as seguintes propriedades: alto poder gelificante; elevada força de gel a baixas concentrações; baixa viscosidade em solução; alta transparência; gel termorreversível e temperaturas de fusão e gelificação bem definidas (AGARGEL, 2003).

É muito utilizado como aditivo na indústria alimentícia devido a sua propriedade física de formar um gel característico em solução com temperatura de fusão de 85 a 95°C e temperatura de gelificação de 32 a 45°C (AGARGEL, 2003).

O agar-agar também tem aplicações nas indústrias médica e farmacêutica devido à sua propriedade de inibir a liquefação que ocorre na ação enzimática de micro-organismos. Assim, é utilizado na preparação de meios de cultura; como laxativo e agente terapêutico no tratamento de disfunções digestivas; como agente retardador e carregador na administração de remédios, antibióticos e vitaminas; como agente de suspensão de sulfato de bário em radiologia; como estabilizador de soluções de colesterol e como agente de suspensão em diversos tipos de emulsões (AGARGEL, 2003).

Também é utilizado em próteses dentárias, emulsões fotográficas, géis para eletroforese, cromatografia por exclusão de tamanho, moldagem de materiais e como agente gelificante nos meios de cultura de tecido de plantas (AGARGEL, 2003).

Pode apresentar-se nas formas em pó, flocos, barras e fios. Nas aplicações industriais é mais utilizado o agar em pó e as outras formas são mais utilizadas para fins culinários. A produção em pó e em flocos pode ser realizada por dois métodos, Gel Press ou precipitação em solventes. Atualmente, o método de precipitação em solventes não é muito utilizado devido ao seu alto custo e baixa eficiência. O agar em barras e fios é produzido por um sistema tradicional artesanal (AGARGEL, 2003).

### 7.2.2 Goma carragena

A carragenana é um coloide hidrofílico extraído de algas marinhas vermelhas pertencentes aos gêneros *Euclima*; *Kappaphycus* (FIG. 19) (STANLEY, 1987; TRONO, 1997 *apud* HAYASHI, 2001), *Chondrus* e *Hypnea* (FACCINI, 2007). É um componente da parede celular das algas com função estrutural (STANLEY, 1987 *apud* HAYASHI, 2001) constituído por polímeros de D-galactose com grupos sulfatados (FACCINI, 2007).



Figura 19 – Alga marinha *Kappaphycus alvarezii*  
Fonte: (HAYASHI, 2001)

Devido às suas propriedades como agente gelificante, espessante, estabilizante e emulsificante, as carragenanas são utilizadas na indústria de alimentos, farmacêutica, têxtil e de cosméticos (GLICKSMAN, 1987 *apud* HAYASHI, 2001).

Dependendo do método utilizado para a extração, as carragenanas obtidas podem ser de dois tipos: refinadas ou semi-refinadas (HAYASHI, 2001).

As carragenanas refinadas são extraídas da alga por aquecimento em solução aquosa, com posterior remoção do resíduo por filtração ou centrifugação. A carragenana pode ser recuperada da solução pelo método da precipitação com álcool ou pela sua gelificação com cloreto de potássio a 0,2%, seguida de congelamento e descongelamento (HAYASHI, 2001).

As carragenanas semirrefinadas são extraídas das algas com solução aquosa quente de hidróxido de potássio, seguida de lavagens para a remoção do álcali. Elas possuem maior quantidade de celulose, além de outras impurezas (STANLEY, 1987 *apud* HAYASHI, 2001). Como não há necessidade de recuperar a carragenana da solução, o processo é mais curto e barato (McHUGH, 2003 *apud* PINTO; GIACAGLIA; ASSIS, 2009).

Atualmente, quinze frações diferentes de carragenanas são conhecidas (KNUTSEN *et al.*, 1994 *apud* HAYASHI, 2001). As principais frações são a kappa, lambda e iota. A carragenana kappa forma um gel rígido e a iota um gel mais elástico. Já a carragenana lambda não forma gel, mas é importante para a obtenção de uma textura cremosa (PINTO; GIACAGLIA; ASSIS, 2009).

### 7.2.3 Alginato

Os derivados dos alginatos são obtidos por meio do ácido algínico, um biopolímero encontrado nas algas pardas geralmente na forma de sal de cálcio, magnésio, sódio e potássio (COTTRELL; BAIRD, 1980; DUTTON, 1988 *apud* IWAKI, 2010). É constituído de polímeros de ácido L-gulurônico e D-manurônico (FACCINI, 2007).

É um componente estrutural encontrado na parede celular e nos espaços intracelulares das algas marinhas pardas, compreendendo cerca de 40% da matéria seca. As principais algas utilizadas para a produção comercial de alginatos são *Macrocystis pyrifera*; algumas espécies de *Laminaria*; *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia species* (DUTTON, 1988 *apud* IWAKI, 2010). As espécies de alga utilizadas e a época da colheita influenciam na quantidade e a qualidade dos alginatos extraídos (IWAKI, 2010).

Devido à sua viscosidade, o alginato é utilizado como agente gelificante, estabilizante e emulsificante (IWAKI, 2010). É utilizado na indústria de sorvetes, pois impede a formação de cristais macroscópicos de gelo. Na indústria de cervejas é utilizado por permitir a formação de espuma, criando uma película resistente à formação de bolhas provenientes da agitação do líquido (FACCINI, 2007; PAULA *et al.*, 2007). Também é utilizado como excipiente de cosméticos e medicamentos devido à sua estabilidade em amplas variações de pH e salinidade (PEREIRA, [200-?]).

O primeiro passo para a obtenção do ácido algínico e de seus sais consiste na extração alcalina da massa de algas com carbonato de sódio. Desse processo, obtém-se um extrato composto de alginato de sódio solúvel e resíduos insolúveis de algas que são separados por filtração (COTTRELL; BAIRD, 1980; ALGINATOS, [200-?] *apud* IWAKI, 2010).

Cloreto de cálcio ou ácido clorídrico podem ser adicionados a essa solução de alginato de sódio, ocorrendo então a precipitação de, respectivamente, polímero na forma de alginato de cálcio ou ácido algínico. Se for utilizado o processo com cloreto de cálcio, adiciona-se ácido clorídrico ao sal de cálcio obtido para precipitá-lo na forma de ácido algínico. Após a precipitação, o ácido algínico pode ser tratado para a obtenção do sal desejado utilizando a base adequada (COTTRELL; BAIRD, 1980; ALGINATOS, [200-?] *apud* IWAKI, 2010).

A utilização do cloreto de cálcio facilita a separação do polímero, pois ele é produzido na forma de fibras. No processo direto de obtenção do ácido algínico, um precipitado gelatinoso é formado e sua separação é difícil, o que pode ocasionar uma diminuição no rendimento do processo (ALGINATOS, [200-?] *apud* IWAKI, 2010).

## 7.3 Outras aplicações

Além das aplicações já mencionadas e bem mais conhecidas, as algas podem ser aplicadas em diversas finalidades.

### 7.3.1 Fertilizantes

As algas podem ser utilizadas no solo para melhorar a textura e a retenção de umidade (FACCINI, 2007). São fontes importantes de nitrogênio e potássio, mas apresentam baixo teor de fósforo (PAULA *et al.*, 2007).

As algas calcárias são utilizadas em solos ácidos em vários países. No Brasil, o uso de algas como fertilizantes é pequeno e artesanal. Na costa brasileira há grande quantidade de algas calcárias. No entanto, para a exploração dessas áreas, devem ser feitos estudos de impacto ambiental (FACCINI, 2007; PAULA *et al.*, 2007).

### 7.3.2 Rações

As algas marinhas podem ser utilizadas para a produção de rações para bovinos, ovelhas, cavalos, porcos e aves domésticas, em áreas onde são abundantes. Nas regiões mais distantes da costa, são secas e acrescentadas como um suplemento à dieta regular dos

rebanhos. Em cultivos intensivos de moluscos e equinodermos são utilizadas frescas (PAULA *et al.*, 2007).

No Brasil, é um recurso pouco explorado mas, considera-se economicamente viável a preparação de farinhas de algas. No entanto, devem ser realizados testes para a determinação das concentrações ótimas para cada animal (PAULA *et al.*, 2007).

### 7.3.3 Ficobiliproteínas

São proteínas que contêm pigmentos que são extraídos principalmente de algas vermelhas. O produto mais importante é a r-ficoeritrina, extraída de espécies de *Porphyra*. Seu preço final é elevado devido à necessidade de sofisticadas técnicas de extração e purificação (FACCINI, 2007; PAULA *et al.*, 2007).

### 7.3.4 Medicina

A alga parda *Laminaria* é utilizada na cura do bócio, pois apresenta alto teor de iodo. Há algas que são utilizadas como vermífugos e outras para combater o escorbuto, como as do gênero *Porphyra*. Muitos estudos têm sido realizados para isolar os compostos presentes nas algas que tem ação farmacológica (PAULA *et al.*, 2007).

### 7.3.5 Bioadsorvente

O tratamento de efluentes contaminados por metais pesados pode ser realizado por vários materiais biológicos. No entanto, a biomassa de algas é o material mais utilizado no processo de bioadsorção de metais (COSTA *et al.*, 1995 *apud* MOREIRA, 2007).

Certas algas marinhas possuem grande capacidade de bioadsorção, especialmente as pertencentes ao grupo das feofíceas. Isso ocorre porque estas algas possuem elevado teor de polissacarídeos, o que facilita a retenção de íons metálicos (MOREIRA, 2007). Estudos com a biomassa das algas pardas *Ascophyllum nodosum* e *Sargassum natans* indicaram que elas possuem excelentes propriedades bioadsorventes (VOLESKY; HOLAN, 1995 *apud* MOREIRA, 2007).

A biomassa de algas mortas também tem sido estudada e está sendo considerada o material bioadsorvente do futuro. Estes estudos mostraram que, em função da ausência de transporte ativo, ocorrem mudanças na natureza da superfície celular tornando-a mais efetiva na retenção e acúmulo de elementos metálicos (MOREIRA, 2007).

### 7.3.6 Cosméticos

As algas marinhas são utilizadas na formulação de produtos cosméticos como cremes, loções e xampus. Os ficocoloides são usados como agente espessante e podem aumentar a retenção de umidade na pele, promover a hidratação de peles e cabelos, além de tratar a celulite (FACCINI, 2007).

## Conclusões e recomendações

A utilização de algas retiradas de bancos naturais é uma fonte de renda alternativa para as comunidades costeiras. Porém, se a exploração for desordenada, no futuro, não será possível obtê-las em quantidades satisfatórias que atendam a demanda do mercado. Assim, é necessário encontrar soluções para a preservação desses recursos, sendo uma delas o cultivo que possibilita o desenvolvimento e a reprodução de algas em grande quantidade. O progresso da algicultura depende do melhoramento das tecnologias de cultivo, definição de uma política para o segmento, revisão detalhada da legislação ambiental, estudos de mercado e análise dos aspectos sociais, econômicos e ambientais (SANTOS *et al.*, [200-?]).

## Referências

- ACCIOLY, Miguel da Costa. **Manual produção de algas BLMP**. [S.l.], 2003. Disponível em: <[http://www.portaldamaricultura.com.br/downloads/doc\\_details/6-manual-producao-de-algas-blmp](http://www.portaldamaricultura.com.br/downloads/doc_details/6-manual-producao-de-algas-blmp)>. Acesso em: 01 abr. 2011.
- AGARGEL. **Agar-agar**. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.agargel.com.br/agar.html>>. Acesso em: 21 mar. 2011.
- BEZERRA, Antonino de Freitas. **Cultivo de algas marinhas como desenvolvimento de comunidades costeiras**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <<http://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/AntoninoFB.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2011.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa n. 89, de 2 de fevereiro de 2006. Permitir a exploração, a exploração, o transporte e a comercialização, inclusive a revenda, de algas marinhas do litoral brasileiro, conforme critérios definidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 fev., 2006. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/IN%20IBAMA%20n%2089-2006-algas.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2011.
- CAVALCANTE, Josilene de Assis. **Análise experimental da cinética de secagem da alga marinha *Sargassum* sp.** 2003. 191 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <<http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000290003&fd=y>>. Acesso em: 11 abr. 2011.
- FACCINI, André Luís. Importância econômica e cultivo de algas marinhas. In: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MARINHA DA UNISANTA, 10., 2007, Santos. **Anais eletrônicos...** Santos, 2007. Disponível em: <<http://sites.unisanta.br/simposiobiomar/2007/downloads/material/apostila%20do%20curso%20economica%20e%20cultivo.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2011.
- FOSCARINI, Roberto; PRAKASH, Jayant. **Handbook on *Eucheuma* seaweed cultivation in Fiji**. Suva: South Pacific Aquaculture Development Project, 1990. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/field/003/ac287e/AC287E00.htm#TOC>>. Acesso em: 29 mar. 2011.
- LANARI, Marianna. **Variabilidade sazonal da estrutura da comunidade de macroalgas no infralitoral da Ilha do Arvoredo, ReBioMar do Arvoredo, SC**. [S.l.], 2006. Disponível em: <[http://www.patadacobra.com.br/biologia-marinha/projetos/relatorio\\_projeto\\_algas\\_marinhas\\_da\\_ilha\\_do\\_arvoredo.pdf](http://www.patadacobra.com.br/biologia-marinha/projetos/relatorio_projeto_algas_marinhas_da_ilha_do_arvoredo.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2011.
- LELIS, Francisco Carlos Lima. **Avaliação do crescimento da alga marinha *Gracilaria birdiae* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*), cultivada em estrutura *long-line***. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006. Disponível em: <[http://www.pgengpesca.ufc.br/antigo/dissertacoes/2006\\_francisco%20carlos%20lima%20lelis.pdf](http://www.pgengpesca.ufc.br/antigo/dissertacoes/2006_francisco%20carlos%20lima%20lelis.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2011.
- HAYASHI, Leila. **Extração, teor e propriedades de carragenana de *Kappaphycus alvarezzi* (Doty) Doty ex. P. Silva, em cultivo experimental em Ubatuba, SP**. 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-25062007-170717/pt-br.php>>. Acesso em: 23 mar. 2011.
- IWAKI, Yurika Okamoto. **Eletrólitos sólidos poliméricos a base de alginato de sódio**. 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-23032010-170752/publico/YurikaMErevisada.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2011.

MOREIRA, Albina da Silva. **Biossorção utilizando alga marinha (*Sargassum* sp.) aplicada em meio orgânico**. 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/AlbinaSM.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2011.

PAULA, Édison José de *et al.* **Introdução à biologia das criptógamas**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2007. Disponível em: <[http://felix.ib.usp.br/apostila\\_cripto.pdf](http://felix.ib.usp.br/apostila_cripto.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2011.

PEREIRA, Leonel. **As algas marinhas e respectivas utilidades**. Coimbra, [200-?]. Disponível em: <<http://www.cienciaviva.pt/rede/oceanos/1desafio/algas-marinhas-utilidades.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2011.

PINTO, Marcelo Vianello; GIACAGLIA, Giorgio Eugenio Oscare; ASSIS, Marcelo Rebouças de. Aqüicultura sustentável – Produção de alga marinha da espécie “*Kappaphycus alvarezii*” em Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 5., 2009, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg5/anais/T8\\_0149\\_0517.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg5/anais/T8_0149_0517.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2011.

SANTOS, Carlos Henrique dos Anjos dos *et al.* **Aspectos do cultivo de algas marinhas com vistas a sustentabilidade da atividade**. Ilha Solteira, [200-?]. Disponível em: <<http://www.zoo.feis.unesp.br/material-didatico/Mar%EDlia%20Rodrigues%20Pereira%20de%20Noronha/CULTIVO%20DE%20ALGAS%20MARINHAS.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2011.





*Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas*

**[www.respostatecnica.org.br](http://www.respostatecnica.org.br)**