

As Algas Marinhas e Respectivas Utilidades

Leonel Pereira

Departamento de Botânica

Universidade de Coimbra

Texto baseado na palestra com o mesmo título, integrada na iniciativa “Contam as Plantas”, organizada pelo Departamento de Botânica (FCTUC) e pela Sociedade Broteriana.

As Algas Marinhas e Respectivas Utilidades

Flora algal da costa portuguesa

O litoral português, com um total de 830 quilómetros comporta, separados por grandes areias, extensões rochosas, muitas delas ricas em algas. Grande parte das zonas costeiras encontram-se muito expostas à acção do mar (Lewis, 1964) e as algas do patamar médiolitoral encontram-se sobretudo no horizonte inferior, delimitado pelo nível mínimo da maré baixa (Múrias, 1994; Pereira, 1996b).

Ardre (1970; 1971), que estudou exaustivamente a flora algal portuguesa no final da década de 60 (do século passado), identificou e descreveu 246 espécies de Rhodophyceae, 98 Phaeophyceae e 60 Chlorophyceae, números que não se alteraram significativamente desde então (Sousa-Pinto, 1998).

A costa portuguesa apresenta um gradiente acentuado na distribuição da flora algal. A flora do patamar médiolitoral do Norte do país é similar à encontrada na zona central da Europa (Bretanha e Sul das ilhas Britânicas). A flora algal do Sul do país é, no entanto, bastante diferente, havendo aí uma nítida influência do Mediterrâneo e da zona Norte da costa ocidental Africana (Sousa-Pinto, 1998; Afonso *et al.*, 2000).

As algas do litoral ocidental, com uma orientação Norte-Sul, podem ser agrupadas em dois grupos: as algas da zona Norte (entre a foz do rio Minho e a foz do rio Tejo); e as algas da zona Sul (entre a foz do rio Tejo e o Algarve). A costa portuguesa é o limite Sul, na Europa, de mais de 40 espécies, enquanto que 20 espécies típicas do Mediterrâneo e da costa Atlântica de África, têm aqui o seu limite Norte (costa Algarvia). Exemplos das primeiras: algas castanhas (Phaeophyceae) – *Saccharina latissima* (antes denominada *Laminaria saccharina*), *L. hyperborea*, *Fucus serratus*, *Pelvetia caniculata*, *Ascophyllum nodosum*, *Himantalia elongata*, *Chorda filum*; algas vermelhas (Rhodophyceae) – *Ahnfeltia plicata*, *Chondrus crispus*, *Palmaria palmata*, *Ceramium shuttleworthianum* e *Delesseria sanguinea* (Ardre, 1971; Afonso *et al.*, 2000; Pérez-Ruzafa *et al.*, 2003). Exemplos das segundas: *Zonaria tournefortii*, *Amphiroa beavoisii*, *Griffithsia opuntioides*, *Ulva linearis* e *Valonia utricularis* (Afonso *et al.*, 2000). Outras algas, que são tipicamente de águas temperadas, têm o seu limite Norte na costa ocidental de Portugal. Estas incluem as algas castanhas (Phaeophyceae) *Bifurcaria bifurcata*, *Cystoseira spp.*, *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris polypodioides* (antes denominada *D. membranaceae*) e *Halopteris filicina*.

Uma outra característica da costa portuguesa é a de apresentar um incremento do número de algas vermelhas (número de espécies) e um decréscimo do número de algas castanhas (número de espécies), do Norte para o Sul (Palminha, 1951; Mesquita Rodrigues, 1963; Ardre, 1970). Para a localização actual das espécies anteriormente referidas, no litoral ocidental de Portugal, consultar a base de dados “on-line” www.uc.pt/seaweeds.

Algas marinhas na alimentação

Actualmente, a nossa sociedade vive uma enganadora abundância alimentar. Rodeia-nos a comida rápida, rica em calorias e gorduras insaturadas, e até já nos habituámos à expressão da “comida de plástico” para a designar. As consequências de uma alimentação deste tipo são a carência de nutrientes essenciais, a obesidade e doenças

relacionadas com ingestão excessiva de açúcares (diabetes) e de gorduras (arteriosclerose), entre outras.

Que papel têm as algas marinhas neste panorama?

Representam exactamente o oposto: um alimento natural, silvestre e que nos fornece elevado valor nutritivo mas baixo em calorías. Pobres em gorduras, as algas marinhas possuem polissacarídeos que se comportam, na sua grande maioria, como fibras sem valor calórico. As algas são, por isso, a melhor forma de corrigir as carências nutricionais da alimentação actual, devido ao seu variado leque de constituintes: minerais (ferro e cálcio), proteínas (com todos os aminoácidos essenciais), vitaminas e fibras (Saá, 2002).

Da composição analítica das algas marinhas destaca-se:

- Presença de minerais com valores cerca de dez vezes superiores ao encontrado nos vegetais terrestres, como no caso do ferro na *Himanthalia elongata* (“esparguete do mar”) em comparação com o da *Lens esculenta* (“lentilhas”) ou, no caso do cálcio presente na *Undaria pinnatifida* (“wakame”) e no *Chondrus crispus* (“musgo irlandês” ou simplesmente “musgo”), relativamente ao leite de vaca.
- Presença de proteínas que contêm todos os aminoácidos essenciais, constituindo um modelo de proteína de alto valor biológico, comparável em qualidade à do ovo.
- Presença de vitaminas em quantidades significativas. Merece especial relevo a presença de B₁₂, ausente nos vegetais superiores.
- Presença de fibras em quantidades superiores ao encontrado na *Lactuca sativa* e semelhante à da *Brassica oleracea* (“alface” e “couve”, respectivamente).
- O seu baixo conteúdo em gorduras e valor calórico, transforma-as em alimentos adequados para regimes de emagrecimento.

Alguns exemplos de algas comestíveis comercializadas:

Wakame (*Undaria pinnatifida*) – é uma alga castanha (feofíceia), originária do Pacífico, que vive em águas profundas (até 25 m) e pode atingir 1.5 m de comprimento. A Wakame é a segunda alga mais consumida, na alimentação, em todo o mundo. Procedente, quase na totalidade, dos mares do Japão, Coreia e China (aquacultura), atinge um volume de produção anual de 500 mt (peso fresco). Detectou-se a sua presença pela primeira vez nas costas da Península Ibérica (Galiza), em 1988, embora já tivesse anteriormente sido identificada em França, também introduzida acidentalmente com a cultura de ostra japonesa (García *et al.*, 1993; Saá, 2002).

Relativamente ao seu valor culinário, é uma das espécies indicadas para se iniciar no gosto pelas algas, devido à sua suave textura e agradável sabor. Esta alga encontra-se no mercado na forma seca, pelo que deve ser previamente demolhada (10 minutos), regada com limão e servida crua (em saladas). As suas proteínas são de elevada digestibilidade e a percentagem em cálcio é a mais elevada dentro das algas comestíveis comercializadas.

Todas as algas são excelentes fontes de iodo e a *Undaria pinnatifida* é uma das mais ricas neste domínio. O iodo é um oligoelemento essencial para o funcionamento da tiróide, encarregue de regular a velocidade das reacções metabólicas. No caso da obesidade, o iodo activa a tiróide, impedindo a formação de depósitos de lípidos nas células.

Dulse (*Palmaria palmata*) – é uma alga vermelha (rodofíceia), tipicamente atlântica, de pequeno porte (até 50 cm), que vive em águas relativamente profundas, frias e agitadas.

O nome “dulce” tem origem no vocabulário irlandês (*dils* = alga comestível) e não tem nada a ver com o significado de açucarado ou doce, do vocabulário de origem latina (*dulce* = que tem sabor agradável).

A *Palmaria palmata* cresce muitas vezes fixada a outras algas (aderida às estipes de *Laminaria hyperborea*). Trata-se de um fenómeno frequente nas algas, denominado epifitismo.

Dividida como a palma da mão (significado em latim do epíteto específico *palmata*), esta é uma das mais belas algas vermelhas da nossa costa. Esta alga foi a primeira espécie a ser referenciada historicamente como alimento humano, sabendo-se que foi tradicionalmente utilizada pelos povos costeiros da Islândia, Noruega, Irlanda, Escócia e Bretanha francesa. Actualmente usa-se fresca, no norte da Europa, como substituto de vegetais e seca como aperitivo e condimento de diversos pratos (García *et al.*, 1993).

Cerca de 30 % do seu peso é constituído por minerais (ferro, potássio e iodo) e por proteínas de elevado valor nutritivo (18 %). A *Palmaria palmata* possui também elevados valores de vitamina C, que facilita a absorção do ferro, e de ficoeritrina, pigmento vermelho precursor da vitamina A.

Esta alga é ideal como reconstituente em estados de anemia, astenia (debilidade), e processos pós-operatórios. Fortalece a visão (vitamina A) e é aconselhada para tratamento de problemas gástricos e intestinais e para a regeneração das mucosas (respiratória, gástrica e vaginal). Tal como outras algas vermelhas, a *Palmaria palmata* exerce tem efeito vermífugo e actua como anticéptico e antiparasitário, saneando a flora intestinal (Saá, 2002).

Esparguete do Mar (*Himanthalia elongata*) – é uma alga castanha (feofíceia), de cor amarelo-oliváceo, constituída pou uma pequena estrutura basal perene, em forma de taça, com 2 a 3 cm. Na primavera desenvolvem-se a partir dela umas cintas estreitas e compridas, que dão o nome comercial a esta alga (“esparguete do mar”), chegando a medir até 3 m de comprimento. A sua distribuição geográfica abrange o Atlântico Norte, até as costas ibéricas e o canal da mancha (García *et al.*, 1993; Saá, 2002).

Desconhecido nos países asiáticos, é cada vez mais valorizada na Europa, tanto nos restaurantes como nas padarias especializadas. Já há vários anos se fabricam empadas, pizzas, massas, patês, pães, aperitivos fritos e latas de conserva, visto que o seu sabor faz lembrar alguns cefalópodes (chocos e sépias).

É uma das algas com mais sucesso entre as espécies atlânticas e, ao mesmo tempo, uma das mais baratas, devido à sua grande biomassa e facilidade de recolha nas zonas costeiras.

Pela sua excelente riqueza nutritiva, pela sua consistência carnosa e paladar suave, o “esparguete do mar” é considerado como um dos manjares dos nossos mares.

Esta espécie destaca-se especialmente pelo seu elevado conteúdo em ferro (59 mg por cada 100 g de alga) e a presença simultânea de vitamina C, que facilita a absorção deste oligoelemento. A *Himanthalia elongata* é, depois da *Palmaria palmata*, a alga mais rica em potássio e, juntamente com as algas dos géneros *Porphyra* e *Laminaria*, a que tem uma proporção sódio/potássio considerada ideal para a saúde humana. O “esparguete do mar” é a alga mais rica em fósforo, seguida de perto pela *Porphyra* e pela *Undaria pinnatifida*. O fósforo potencia as funções cerebrais, ajudando a preservar a memória, a concentração e a agilidade mental (Saá, 2002).

Kombu (*Saccharina japonica*, *Laminaria ochroleuca* e *Saccharina latissima*) – o “kombu japonês”, ou seja o “kombu” original, é constituído por *Saccharina japonica*, alga nativa dos mares do Japão, sendo cultivada neste país, na Coreia e na China. A espécie *Saccharina latissima* (anteriormente denominada *Laminaria saccharina*), apesar de ser uma alga de profundidade, prefere zonas com águas tranquilas, estando presente no Atlântico Norte, desde a Noruega até o Norte de Portugal (Viana do Castelo). Comercialmente esta alga tem o nome “kombu real”, sendo a sua composição muito semelhante à da *Laminaria ochroleuca*, denominada comercialmente por “kombu atlântico”. Este “kombu” é um pouco mais duro que o “kombu japonês” e distribui-se na Península Ibérica desde Santander, na Cantábria, até o Cabo Mondego, em Portugal (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2003).

De consistência carnosa, usa-se na cozinha par dar sabor, amaciar, evitar a flatulência e aumentar a digestibilidade, devido à presença de ácido glutâmico (ou glutamato). Usa-se na confecção de pães e hambúrgueres vegetais, utilizando-se a *Laminaria* (ou *Saccharina*) moída, em forma de farinha. Os saborosos caldos onde se cozinhou o “kombu” são a base de muitos pratos japoneses tradicionais (“dashi”) e com eles podem-se cozinhar massas, cereais, etc.

O “kombu” destaca-se pelo seu elevado conteúdo em minerais (magnésio, cálcio e iodo). O cálcio e o magnésio regulam, em conjunto, muitas funções, nomeadamente as do sistema nervoso e dos músculos. As algas do género *Laminaria* são usadas como fonte de iodo na indústria extractora do mesmo, mineral com um papel fundamental no funcionamento da tiróide, como já foi referido anteriormente. O ácido algínico presente nestas algas tem demonstrado efeitos preventivos contra a contaminação por metais pesados e substâncias radioactivos (especialmente por estrôncio 90). O consumo quotidiano de “kombu” diminui significativamente o impacto da poluição ambiental (Saá, 2002).

Entre as propriedades das algas do género *Laminaria* e *Saccharina*, destacam-se as anti-reumáticas, anti-inflamatórias, reguladoras do peso corporal e da tensão arterial (devido à presença de laminarina e laminina). Estas Laminariales previnem também a arteriosclerose e outros problemas vasculares, pelos seus efeitos fluidificantes da corrente sanguínea.

Nori (*Porphyra yezoensis*, *P. tenera*, *P. umbilicalis* e *Porphyra* spp.) – O “nori” original é feito a partir das algas vermelhas (rodofíceas) *Porphyra yezoensis* e *P. tenera*, cultivadas no Japão. A palavra “nori”, na sua origem, quer dizer alga. No entanto com o passar do tempo, esta palavra passou a designar o produto elaborado com lâminas de algas do género *Porphyra*. O “nori” consiste então num conjunto de rectângulos fabricados a partir de alga triturada, que servem de invólucro dos conhecidos “sushi” japoneses.

O “nori atlântico”, feito a partir de algas selvagens do género *Porphyra* (*P. umbilicalis*, *P. leucosticta* e *P. spp.*), e é consumida tradicionalmente nos países celtas do norte e nos Açores. No País de Gales e na Irlanda ainda hoje se usa na preparação do prato chamado “laverbread”. Os mineiros de Gales constituem o seu maior consumidor, atingindo um consumo anual de 200 t, peso seco.

A *Porphyra umbilicalis* é uma alga laminar, translúcida e mucilagínosa ao tacto, de contorno circular ondulado, podendo atingir 40 cm de diâmetro. A sua fixação ao substrato faz-se através de um pequeno disco situado no centro da lâmina, daí o seu epíteto específico: *umbilicalis* (fazendo referência ao umbigo). Ainda que prefira as zonas expostas, esta alga surge em todo o patamar médiolitoral, ao nível do *Fucus spiralis*.

Quando os exemplares abundam, chegam a formar uma grande pele escura e brilhante sobre as grandes rochas, na zona costeira.

Diferente do japonês, o “nori atlântico” é, por enquanto, uma alga selvagem, ao contrário das espécies equivalentes japonesas, que são cultivadas desde o século XV. Pela sua riqueza mineral e proteica, sabor intenso, aroma característico e textura suave, o “nori” é uma das algas mais apreciadas e a de mais elevado preço (Guiry e Blunden, 1991).

Os espécimes do género *Porphyra* destacam-se pela sua grande riqueza em aminoácidos e de boa digestibilidade. O “nori” é excepcionalmente rico em provitamina A, superando as hortaliças e, também, os mariscos e peixes. Os valores de vitamina B₁₂ são também muito elevados nesta alga (29 µg por cada 100 g de alga). A *Porphyra* tem uma baixa percentagem em gorduras e estas são de grande valor nutritivo pois, mais de 60% das mesmas, são ácidos gordos polinsaturados ómega 3 e ómega 6.

O “nori” é indicado para cuidar da visão, especialmente na falta de visão nocturna. Para proteger e nutrir a pele e as mucosas.

Musgo da Irlanda (*Chondrus crispus*) – o *Chondrus crispus* (“musgo irlandês” ou simplesmente “musgo”) é uma alga vermelha (rodofíceia) de pequeno porte, com um talo em forma de leque, dividido dicotomicamente, que cresce sobre as rochas do patamar médiolitoral. A sua cor pode variar, perdendo intensidade com o aumento da luminosidade (adaptação cromática), desde um vermelho-púrpura iridescente, até uma coloração esverdeada, que aparece no período estival e em zonas de menor profundidade (Pereira, 1996a, 2004). A fixação ao substrato realiza-se por intermédio de uma estipe curta provida de um pequeno disco basal.

O *C. crispus* é uma espécie com distribuição anfiatlântica. Atlântico oriental: comum na Grã-Bretanha, Irlanda, Islândia e entre a Noruega e o sul de Espanha; possibilidade de existência em Marrocos e nas Ilhas de Cabo Verde (Pereira, L., *observação pessoal*). Atlântico ocidental: de Newfoundland (Canadá) a Delaware (USA) (Fredericq *et al.*, 1992; Dixon e Irvine, 1995).

As populações mais luxuriantes que, por essa razão, são objecto duma exploração comercial intensiva, estendem-se pelas costas da Nova Escócia, pela ilha do Príncipe Eduardo, pelo Marine e Massachusetts, no que respeita ao Atlântico oeste; ao longo das costas Francesas (de Cherbourg à ilha de Noirmoutier), da Espanha (costas da Galiza) e de Portugal, para o Atlântico Este (Laxe-Muros, 1990). Juntamente com o *Mastocarpus stellatus*, que ocupa o mesmo habitat, é colhido no Norte de Portugal e na Galiza para fins industriais (ver alíneas “colheita de macroalgas” e “Utilizações das carragenanas”).

O *Chondrus crispus*, para além de ser rico em carragenanas, possui elevado conteúdo em proteínas (20%), é rico em vitamina A (que não desaparece na cozedura), em ácidos gordos polinsaturados e sais minerais. Os seus efeitos contra a hipertensão devem-se aos ficocolóides que contém.

Fucus ou Bodelha (*Fucus vesiculosus* e *Fucus spiralis*) – o *Fucus vesiculosus* e o *F. spiralis* são algas castanhas (feofíceas) e caracterizam-se pela presença de um talo dividido dicotomicamente, podendo atingir os 60 cm de comprimento e possuir lâminas com 1 a 2 cm de largura. De cor é castanho-escuro ou verde-oliváceo, de consistência coriácea e fixando-se ao substrato por intermédio de um disco basal. As lâminas possuem uma nervura mediana proeminente, podendo apresentar vesículas aeríferas ou aerocistos (presentes no *F. vesiculosus*), que possibilitam a flutuação dos talos quando emersos.

Esta alga não é usada normalmente como alimento, mas possui propriedades anti-inflamatórias e anti-celulíticas úteis em tratamentos de emagrecimento (Guiry e Blunden, 1991).

Agar-Agar (Extracto de *Gelidium corneum*, *Pterocladia capillacea* e de *Gracilaria gracilis*) – as agarófitas são algas produtoras de agar, ficocolóide muito usado em microbiologia, biotecnologia, medicina, cosmética e indústria alimentar (ver alínea “a indústria de ficocolóides em Portugal” e “principais utilizações do agar”). O *Gelidium corneum* é uma alga vermelha (rodofíceas), com um talo vermelho escuro, cartilaginoso, com dimensões até 35 cm e de consistência rígida. Esta alga forma densas populações no patamar sublitoral da zona centro da costa portuguesa e no horizonte inferior do patamar médiolitoral da zona costeira entre Lisboa e o Algarve, juntamente com outra agarófitas de uso industrial, a *Pterocladia capillacea* (Sousa-Pinto, 1998). Esta última espécie apresenta um talo erecto, vermelho-escuro, cartilaginoso e muito ramificado, com 4 a 20 cm de comprimento e 2 mm de espessura, que se fixa ao substrato por intermédio de pequenos rizóides. Trata-se de uma espécie perene, tal como o *Gelidium corneum*, abundante na parte inferior do patamar médiolitoral e no patamar sublitoral. Normalmente forma extensas zonas monoespecíficas, mas é comum a sua ocorrência em estreita associação com frondes do *Gelidium corneum*, na costa continental e, com frondes da *Corallina elongata*, no arquipélago dos Açores. Tal como o *Gelidium*, a *Pterocladia* é colhida para a produção de agar, sobretudo no arquipélago dos Açores (Neto *et al.*, 2005).

A *Gracilaria gracilis* é uma agarófitas de cor púrpura com tonalidades esverdeadas, de consistência cartilaginosa e com um tamanho que pode atingir os 50 a 60 cm de comprimento. Esta alga apresenta talos fixados ao substrato mediante um pequeno disco basal, cilíndricos e com cistocarpos proeminentes à superfície. A *G. gracilis* encontra-se em zonas protegidas e semi-expostas no patamar médiolitoral e sublitoral. Necessita da presença de areia para se desenvolver e suporta bem mudanças de salinidade. Em Portugal esta alga não é colhida para fins industriais, mas é cultivada para extracção de agar na Namíbia e na África do Sul (González *et al.*, 1998; Pereira, 2006; Guiry e Guiry, 2007).

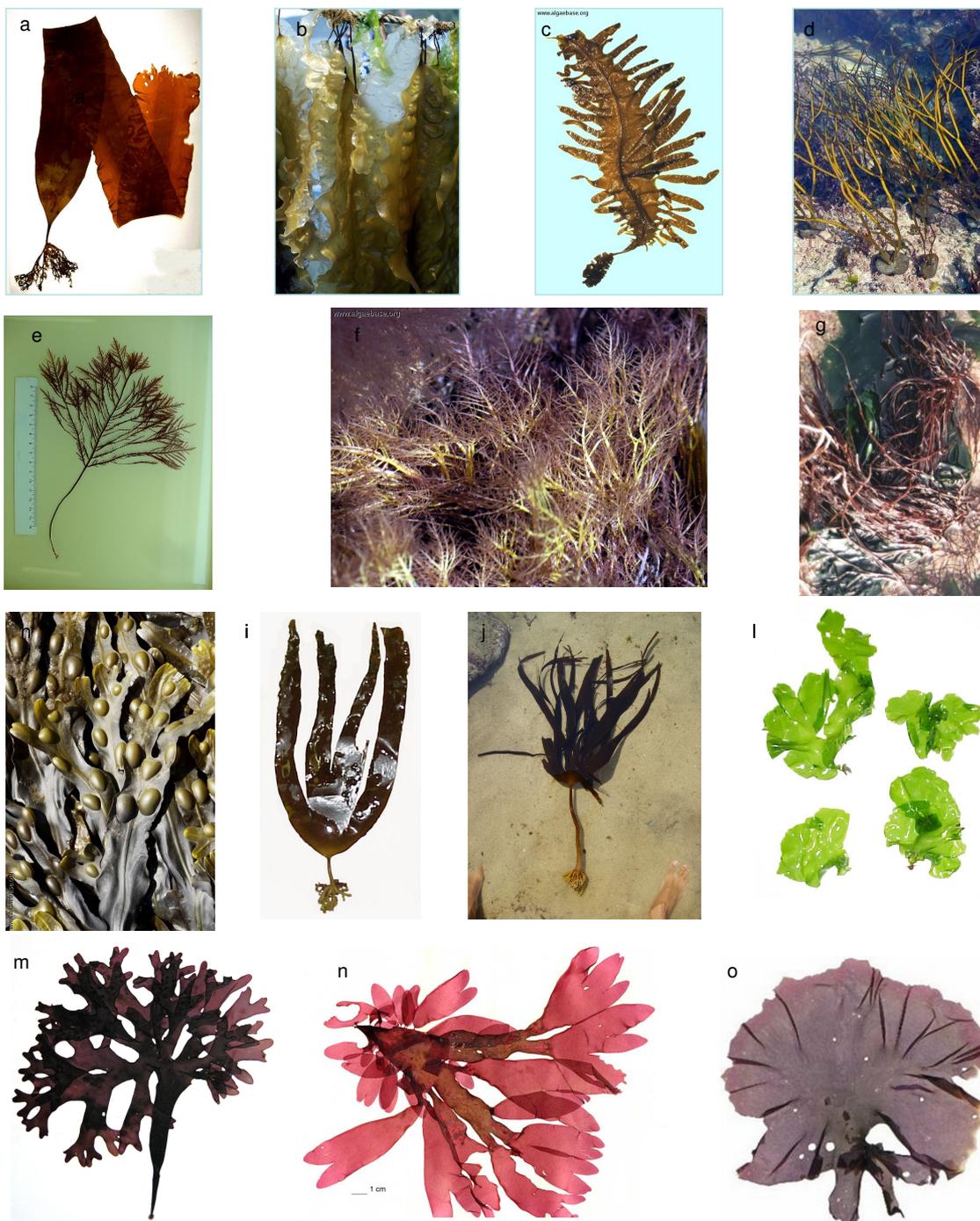
Utilização mundial de macroalgas

A nível mundial são usadas cerca de 221 espécies de macroalgas: 125 rodofíceas (algas vermelhas), 64 feofíceas (algas castanhas) e 32 clorofíceas (algas verdes). Destas, são usadas 145 espécies (66%) directamente na alimentação: 79 rodofíceas, 38 feofíceas e 28 clorofíceas. Na indústria de extracção de ficocolóides, são usadas 101 espécies: 41 alginófitas (algas que produzem ácido algínico), 33 agarófitas (algas que produzem agar) e 27 carragenófitas (algas que produzem carragenana). As restantes actividades utilizam: 24 espécies na medicina tradicional; 25 espécies na agricultura, em rações e adubos; e cerca de 12 spp. são cultivadas em “agronomia marinha”. Estes dados são referentes aos anos 1994/95 (Zemke-White e Ohno, 1999).

Valor comercial das algas usadas na alimentação (Japão)

Algas verdes (clorofíceas): O género *Monostroma* tem sido comercializado a cerca de US \$ 20-30 kg⁻¹ nos últimos 10 anos. As algas vermelhas (rodofíceas) do género

Porphyra valem cerca de US \$ 25 kg⁻¹. As algas castanhas (feofíceas) do género *Hizikia* valem cerca de US \$ 9 kg⁻¹ e as do género *Undaria* valem cerca de US \$ 2.25 kg⁻¹. O valor da produção mundial destas algas é de aproximadamente US \$ 3.600 milhões (Zemke-White e Ohno, 1999).



Algas marinhas usadas directamente na alimentação humana: a, *Saccharina japonica*; b, *Saccharina latissima*; c, *Undaria pinnatifida*; d, *Himanthalia elongata*; e, *Gelidium corneum*; f, *Pterocladia capillacea*; g, *Gracilaria gracilis*; h, *Fucus vesiculosus*; i, *Laminaria ochroleuca*; j, *Laminaria hyperborea*; l, *Ulva* spp.; m, *Chondrus crispus*; n, *Palmaria palmata*; o, *Porphyra umbilicalis*.

Ficocolóides

Um ficocolóide (Fico = alga + colóide = gel) é um composto que forma soluções coloidais: estado intermédio entre uma solução e uma suspensão. Os ficocolóides são moléculas de grande tamanho, constituídas por açúcares simples, que fazem parte das paredes celulares e espaços intercelulares de um grande número de algas, fundamentalmente castanhas e vermelhas. São polissacarídeos que devido às suas propriedades não podem ser digeridos nem assimilados pelo organismo.

Os diferentes ficocolóides usados na indústria alimentar como aditivos naturais são:

- Ácido algínico – E400
- Alginato de Sódio – E401
- Alginato de Potássio – E402
- Alginato de Amónia – E403
- Alginato de Cálcio – E404
- Alginato de propilenoglicol – E405
- Agar – E406
- Carragenana – E407

Os ficocolóides são usados como espessantes, gelificantes e estabilizantes de suspensões e emulsões; e as suas principais características são: carecem de sabor, cheiro e cor, são solúveis na água, são conciliáveis com a maioria dos alimentos e permitem substituir a gordura em derivados lácteos, patês e molhos.

A indústria de ficocolóides em Portugal

Apesar da abundância de algas na costa portuguesa, o uso destas na alimentação não tem grande tradição em Portugal, excepto para algumas comunidades costeiras nos Açores. Nestas comunidades a *Porphyra leucostica*, conhecida como “erva patinha”, é apanhada e consumida frita ou incorporada em sopas, tortas e omeletas. A *Osmundea pinnatifida*, conhecida como “erva malagueta”, é conservada em vinagre e consumida ao longo do ano, a acompanhar peixe frito (Palminha, 1971; Neto *et al.*, 2005).

As algas com maior procura, devido ao seu conteúdo em agar, são o *Gelidium corneum*, colhido na zona Centro e Sul da costa portuguesa (Fig. 1 e 2), e a *Pterocliadiella capillacea*, que é colhida nos Açores (Palminha, 1971; Sousa-Pinto, 1998). Quando o agar oriundo da Ásia, em particular do Japão, se tornou escasso, devido à II Guerra Mundial, teve início a indústria de ficocolóides portuguesa. Esta indústria chegou a ter expressão ao nível da produção mundial de agar, devido à abundância e qualidade das algas portuguesas (Vieira e Santos, 1995; Sousa-Pinto, 1998). A primeira fábrica de agar em Portugal foi construída em 1947, tendo o seu número aumentado até 6 fábricas, em 1971. Por essa altura, Portugal tornou-se num dos maiores produtores mundiais de agar (Santelices, 1988), produzindo cerca de 1.620 toneladas por ano (Palminha, 1971). No entanto, o declínio ou desaparecimento de algumas populações de agarófitas, a incapacidade de diversificar, de apostar na qualidade e a conjuntura internacional desfavorável, levaram ao desaparecimento desta indústria, restando hoje apenas uma empresa, a Iberagar (Vieira e Santos, 1995).

Estabelecida em 1964 em Portugal, originalmente denominada Unialgas, a Iberagar estava inicialmente vocacionada para a produção de agar para a indústria alimentar e farmacêutica, exportando grande parte da sua produção para o Japão, EUA e Grã-Bretanha (<http://www.iberagar.com>). A partir de 1980 a Iberagar tornou-se na única empresa portuguesa a produzir carragenana, fornecendo uma significativa parcela do mercado, principalmente para a indústria alimentar (sobremesas e produtos à base de carne) e também para áreas em expansão como a biologia molecular e a microbiologia (Iberagar - Sociedade Luso-Espanhola de Colóides Marinhos).

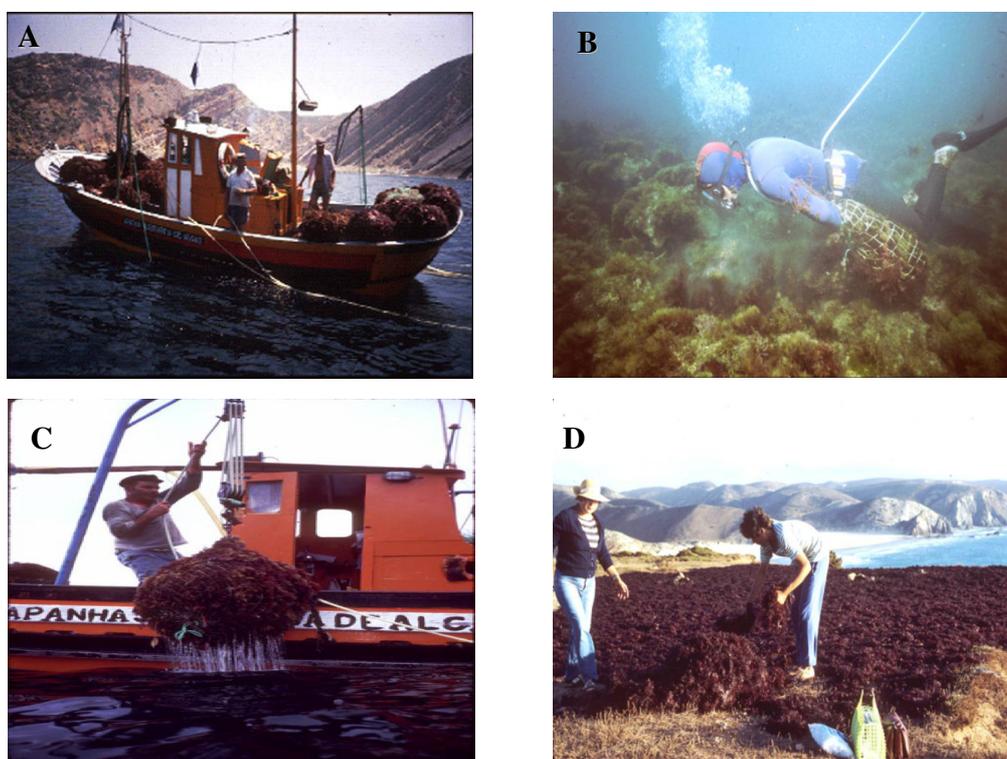


Fig. 1 – Apanha e secagem de *Gelidium corneum* na costa portuguesa:
A – Embarcação usada na apanha das algas; B – Mergulhador semi-autónomo (utiliza um equipamento de mergulho de circuito aberto autónomo de baixa pressão - narguilé, encontrando-se por isso dependente do compressor existente no barco, que recolhe o ar atmosférico e o envia através de uma mangueira, permitindo-lhe respirar debaixo de água - esta mangueira é o seu “cordão umbilical”); C - Quando o saco está cheio é colocado num guincho e recolhido para bordo; D – As algas são depois espalhadas pelos campos, para uma secagem rápida por exposição ao sol.

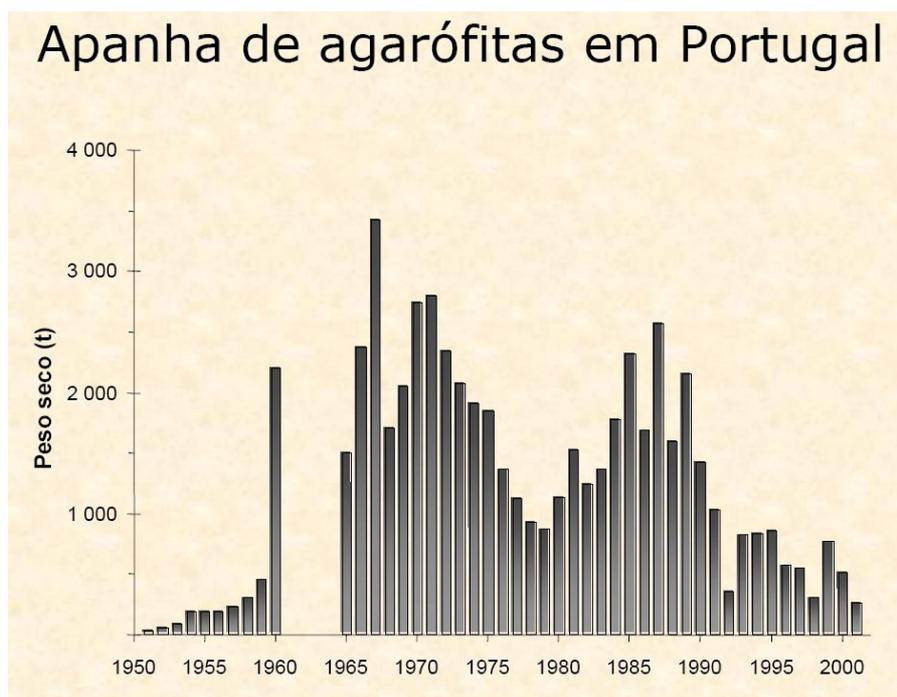


Fig. 2 – Evolução da apanha de agarófitas em Portugal

Embora alguns produtos de cosmética, feitos em Portugal, contenham algas na sua composição, parece que a indústria portuguesa de cosmética não usa nenhuma macroalga portuguesa (Sousa-Pinto, 1998). Os institutos de talassoterapia que usam algas marinhas nos seus tratamentos, importam-nas sobretudo de França. Em Portugal e apesar do reconhecimento do potencial e da importância do sector das algas marinhas, as actividades, em domínios ligados à ficologia (ciência que estuda as algas), são ainda de reduzida dimensão e inferiores ao desejável e necessário. No entanto, vários estudos feitos por ficologistas e por organizações governamentais ligadas à indústria, têm identificado inúmeras espécies que podem constituir um importante recurso natural em Portugal (Pateira, 1993; Pereira, 1996a).

Apanha de macroalgas

A apanha de algas agarófitas (*Gelidium corneum*) em Portugal é feita normalmente por mergulho (ver Fig. 1 e 2).

A apanha de algas carragenófitas (Tabela 1) é uma tarefa laboriosa feita, em grande parte, manualmente (Therkelsen, 1993; Rudolph, 2000). Esta actividade é realizada sazonalmente e em locais com populações algais de grande densidade, recolhendo-se algas destacadas pelas ondas, na época das tempestades, ou arrancando-as das rochas durante a maré baixa (*Iridaea*, *Gigartina* e *Chondracanthus*). A apanha de *C. crispus* é feita à mão ou com o auxílio de dragas. A apanha feita a partir de barcos foi desenvolvida no Canadá e

permite a colheita de algas frescas e de boa qualidade (Perez *et al.*, 1992). As algas flutuantes, como por exemplo a *Furcellaria*, são facilmente colhidas por arrasto. A colheita de algas arrojadas na zona das marés tem as suas limitações, pois a quantidade disponível é limitada e a sua decomposição inicia-se rapidamente devido à exposição à chuva e aos raios solares.

Tabela 1 – Colheita anual de carragenófitas, em toneladas de peso seco [dados de 2001, segundo (McHugh, 2003)].

País	Carragenófitas	Toneladas
<i>Chondrus e Mastocarpus</i>		
Canadá		2.000
França, Espanha e Portugal		1.400
Coreia do Norte e do Sul		500
Sub-total		3.900 (2.3 %)
<i>Eucheuma e Kappaphycus</i>		
Indonésia		25.000
Filipinas		115.000
Tanzânia		8.000
Outros		1.000
Sub-total		149.000 (88.5 %)
<i>Gigartina e Chondracanthus</i>		
Chile		14.000
Marrocos, México e Perú		1.500
Sub-total		15.500 (9.2 %)
Total		168.400 (100 %)

Cultura de Carragenófitas

A colheita de algas a partir de populações naturais tem sempre o risco de sobreprodução e a possibilidade da perda total da mesma. Em sequência disso tem havido, nas últimas décadas, um grande desenvolvimento nas técnicas de cultura de algas.

A cultura de algas teve início no Japão há quase 200 anos. Pescadores japoneses empilhavam lâminas de *Porphyra* nas zonas costeiras (no patamar médiolitoral) de forma a aumentar a sua produção (Perez *et al.*, 1992).

A domesticação de cultivares de algas é importante para reduzir ou pôr fim à pressão da colheita de espécies alvo em ecossistemas sensíveis. A investigação dos ciclos biológicos das algas possibilitou o desenvolvimento de processos de sementeira artificial a partir da década de 50 do século passado. Hoje, cerca de uma dúzia de taxa são comercialmente cultivados, promovendo uma diminuição na pressão exercida sobre as populações naturais. Um exemplo de sucesso neste campo está patente nas Filipinas, onde Maxwell Doty foi pioneiro na maricultura de espécies pertencentes ao género *Eucheuma* e *Kappaphycus* (Santelices, 1999). Pequenos talos, de uma variedade que cresce rapidamente e com boa resistência às doenças, são atados a longas cordas. Estas cordas são depois colocadas na zona interior dos recifes, onde as algas podem crescer sem serem arrastadas. As algas são depois colhidas quando atingem um peso (peso fresco) individual de cerca de 1 Kg (peso fresco) (Rudolph, 2000). A actual produção de cultivares de *Eucheuma* e *Kappaphycus* representa a quase totalidade da produção de carragenanas nas Filipinas, sem haver necessidade de recorrer à colheita de recursos naturais (Kapuraun, 1999).

Extracção industrial dos ficocolóides

As algas (agarófitas e carragenófitas), depois de colhidas são lavadas, de forma a remover a areia e pequenas pedras e depois são secas para a preservar a qualidade das carragenanas e a reduzir o peso das algas. Em regiões tropicais, a secagem é feita, normalmente, ao sol mas, em climas mais frios são usados secadores de ar rotativos, aquecidos à base de fuel. Após a secagem as algas são transportadas para as fábricas ou armazéns. As fábricas localizadas junto às zonas de colheita usam algas frescas, o que permite uma redução substancial dos custos. Os processos de extracção do agar e da carragenana encontram-se esquematizados na Fig. 3.

A extracção de alginatos é feita por maceração de algas alginófitas (feofíceas) em meio ácido, seguida de moagem em meio alcalino, ao qual se segue a precipitação em meio ácido.

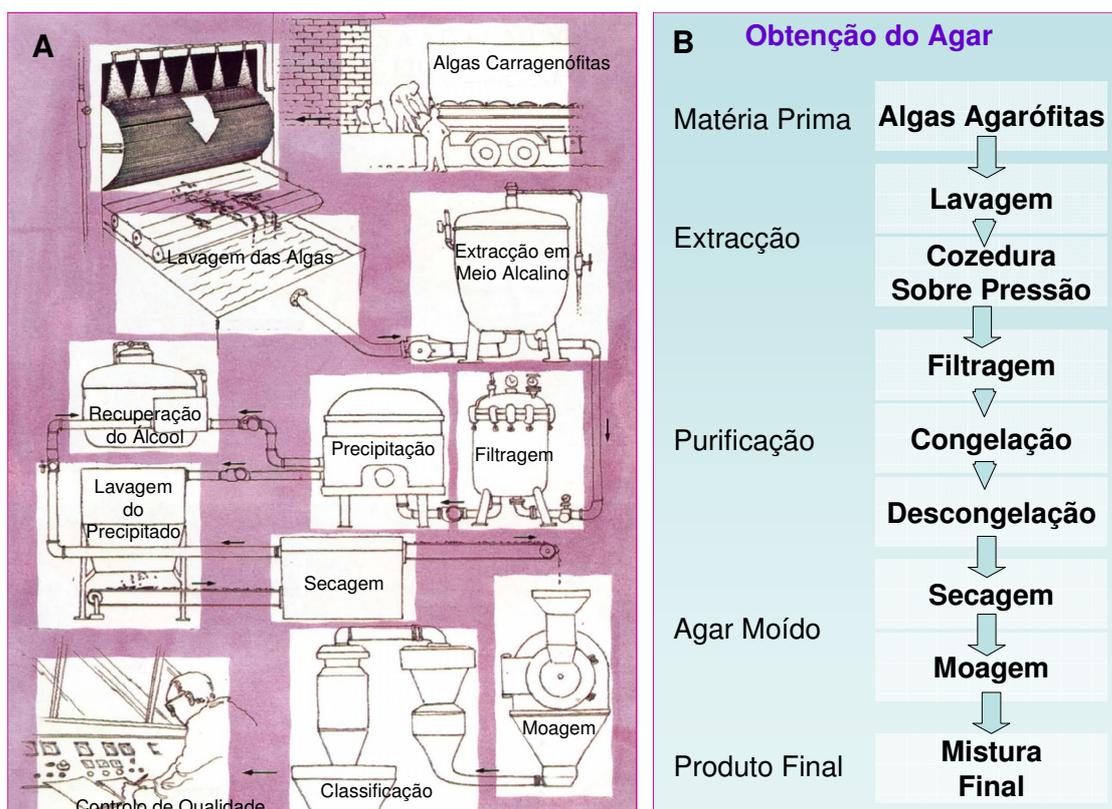


Fig. 3 – Extracção industrial dos ficocolóides:
A - Carragenana; B - Agar

Mercado mundial das carragenanas

As carragenanas constituem o terceiro hidrocolóide mais importante na área alimentar, logo a seguir à gelatina (de origem animal) e ao amido. A produção mundial total de carragenófitas é de cerca de 168 mil toneladas de peso seco (Tabela 1.7), da qual se extraem aproximadamente 26 mil toneladas de carragenanas, com um valor estimado de 310 milhões de euros (dados referentes a 2001). O mercado das carragenanas tem apresentado, durante os últimos anos, um crescimento anual de 3 % (van de Velde e de Ruiter, 2002; McHugh, 2003).

Utilizações das carragenanas

Os principais campos de aplicação de carragenanas são em seguida resumidamente enumerados:

1 – Área alimentar (indústria dos produtos lácteos e cafetaria, alimentos de base aquosa, produtos à base de carne e comida para animais) (ver Tabela 2);

2 – Aplicações em áreas não alimentares (aplicações técnicas, aplicações médicas, aplicações farmacêuticas, aplicações na indústria de ambientadores domésticos e na indústria de higiene pessoal).

Com o aparecimento da encefalopatia espongiforme bovina (BSE ou doença das vacas loucas), foram desenvolvidos esforços no sentido de encontrar substitutos para a gelatina de origem animal (Nunes *et al.*, 2003). As gelatinas de origem animal tiveram grande sucesso na indústria das sobremesas devido, sobretudo, à sua textura suave e facilidade na libertação dos sabores e aromas, devido à sua temperatura estrutural e de fusão características. As gelatinas feitas à base de carragenana iota têm a desvantagem de possuírem uma temperatura de fusão muito elevada e, por isso, não são agradáveis quando ingeridas. No entanto, têm a vantagem de não derreterem em dias quentes e de não precisarem de frigorífico para gelificarem, característica muito vantajosa em países tropicais. Além disso, as gelatinas de carragenana iota não enrijecem com o passar dos dias.

Nos últimos dois anos as companhias de ingredientes alimentares desenvolveram misturas de hidrocolóides que imitam as propriedades da gelatina. Estas companhias descobriram que ao combinarem vários tipos de carragenana com farinha de alfarroba e amido, conseguiam obter uma grande variedade de gelatinas com diferentes temperaturas de fusão e com diversas texturas. Mousses e sobremesas de longa duração baseadas na carragenana e na pectina são opções válidas para determinados grupos étnicos e vegetarianos, pois não contêm gelatina animal.

Tabela 2 – Aplicações das carragenanas na área alimentar [segundo van de Velde e de Ruiter (van de Velde e de Ruiter, 2002)].

Uso	Carragenana	Função
Sobremesas gelificadas de base aquosa	Kappa + iota Kappa + iota + FA	Gelificar
Gelatinas pouco calóricas	Kappa + iota	Gelificar
Flans de preparação a quente	Kappa, kappa + iota	Gelificar e melhorar a sensação na boca
Pudins de preparação a frio	Kappa, iota, lambda	Engrossar, gelificar
Leites achocolatados	Kappa, Lambda	Manter em suspensão o cacau
Leite condensado	Iota, lambda	Emulsionar
Crems lácteos	Kappa, iota	Estabilizar a emulsão
Gelados lácteos	Kappa + GG, FA, X	Estabilizar a emulsão e evitar a formação de cristais de gelo
Batidos lácteos	Lambda	Estabilizar a emulsão
Leite de Soja	Kappa + iota	Manter em suspensão os componentes e melhorar a sensação na boca
Queijos	Kappa	Dar textura
Carnes enlatadas e processadas	Kappa	Reter os líquidos no interior da carne e dar textura
Molhos para saladas	Iota	Estabilizar a suspensão
Molhos e condimentos	Kappa	Dar corpo
Recheios de tortas e bolos	Kappa	Dar corpo e textura
Geleias das tartes	Kappa	Gelificar
Cerveja e vinho	Kappa	Promove a floculação e a sedimentação das partículas sólidas em suspensão
Gomas	Iota	Dar textura

FA, Farinha de Alfarroba; GG, Goma de Guar; X, Xantana

Há séculos atrás a carragenana já era usada na Europa e na Ásia como agente espessante e estabilizante em alimentos. Na Europa, o uso de carragenana iniciou-se na Irlanda há mais de 600 anos quando, na pequena povoação da costa sul da Irlanda, chamada “Carraghen”, os pudins (“flans”) eram feitos pela cozedura de “Irish Moss” (Musgo Irlandês = *Chondrus crispus*) no leite. O nome carragenina, designação antiga da carragenana, foi usado pela primeira vez em 1862 para designar o extracto obtido a partir do *C. Crispus*, em referência ao nome da pequena localidade Irlandesa (Tseng, 1945). O procedimento para a extracção das carragenanas foi descrito, pela primeira vez, por Schmidt em 1844 (van de Velde e de Ruiter, 2002).

O Musgo Irlandês é usado desde o século XIX, a nível industrial, na clarificação da cerveja. A sua produção comercial teve início, na década de 30, nos Estados Unidos (Therkelsen, 1993). A interrupção das importações de agar durante a II Guerra Mundial, levou à sua substituição pela carragenana; esta situação constituiu o ponto de partida duma indústria florescente (Ribier e Godineau, 1984).

Hoje, a indústria das carragenanas já não se encontra limitada à extracção a partir do *C. crispus*, sendo usadas inúmeras espécies de algas vermelhas marinhas (Gigartinales, Rhodophyta). Estas algas foram, durante muitos anos, exclusivamente colhidas a partir de populações naturais. A cultura de macroalgas iniciou-se, no Japão, há cerca de 200 anos. No entanto, o incremento do conhecimento científico sobre as algas, em particular sobre os seus ciclos de vida, permitiu o início da “plantação” artificial em larga escala na década de

50. Actualmente são cultivados cerca de uma dúzia de taxa de algas marinhas, o que se traduz numa diminuição considerável da pressão exercida sobre as populações naturais (Critchley e Ohno, 1998).

Durante os últimos anos o mercado mundial de carragenanas tem aumentado cerca de 3 % ano, com um volume total de aproximadamente 310 milhões de euros em 2000 (McHugh, 2003).

Principais utilizações do agar

O agar é fundamental em estudos de biotecnologia, pois é usado na elaboração de meios de cultura gelificados (cultura de bactérias, algas, fungos e em cultura de tecidos). O agar também é fundamental na obtenção de anticorpos monoclonais, interferões, alcalóides e esteróides. O agar é ainda usado na separação de macromoléculas mediante electroforese, cromatografia e sequenciação de ADN.

Principais utilizações dos alginatos

Devido à sua estabilidade em amplas variações de pH e salinidade, os alginatos são usados como excipientes de cosméticos e medicamentos.

Os alginatos são eficazes como laxantes porque, ao absorver importantes quantidades de água na sua passagem pelo intestino, aumentam de volume e facilitam o trânsito intestinal.

Em medicina dentária os alginatos são usados na preparação de moldes dentários. As ligaduras para queimaduras estão impregnadas de alginato, pois este ficocolóide facilita a cicatrização e contribuem para uma cura menos dolorosa. Como agentes de neutralização de certos metais pesados ou radioactivos em casos de intoxicação por ingestão.

Em biotecnologia o alginato é usado em técnicas de imobilização: enzimas, microrganismos e células são imobilizadas no interior de pequenas esferas de alginato.

Utilização tradicional de algas na agricultura em Portugal

As algas marinhas utilizam-se como fertilizantes desde o Século XIV, particularmente nos campos agrícolas próximos do mar. A colheita comercial de macroalgas para fertilizantes foi regulamentada, pela primeira vez, pelo rei D. Dinis, em 1309 (Veiga de Oliveira *et al.*, 1975; Vieira e Santos, 1995). Hoje, o uso de algas como fertilizantes está praticamente restrito à zona Norte, em particular nos campos hortícolas (campos de masseira) da Zona de Póvoa de Varzim e Viana do Castelo (Pereira *et al.*, 1998; Sousa-Pinto, 1998). As duas principais misturas de algas usadas tradicionalmente como fertilizante são o “moliço” e o “sargaço”. O moliço é uma mistura de algas e plantas marinhas colhidas na Ria de Aveiro. Esta mistura contém sobretudo *Ulva*, *Enteromorpha* (algas agora pertencentes ao género *Ulva*), *Gracilaria* e *Lola*, e as plantas marinhas pertencentes aos géneros *Zostera*, *Ruppia* e *Potamogeton*. O sargaço (também designado por “argaço e limos”) é o conjunto de diversas algas marinhas (*Saccorhiza*, *Laminaria*, *Fucus*, *Codium*, *Palmaria*, *Gelidium* e *Chondrus*) que crescem nos rochedos da plataforma continental. A tradicional apanha do sargaço consistia na recolha, na praia ou na beira-mar,

das algas que se desprendiam dos rochedos com o movimento das ondas (Fig. 4). Depois de recolhido, o sargaço era estendido nas areias da praia, para secar ao ar (Sousa-Pinto, 1998).

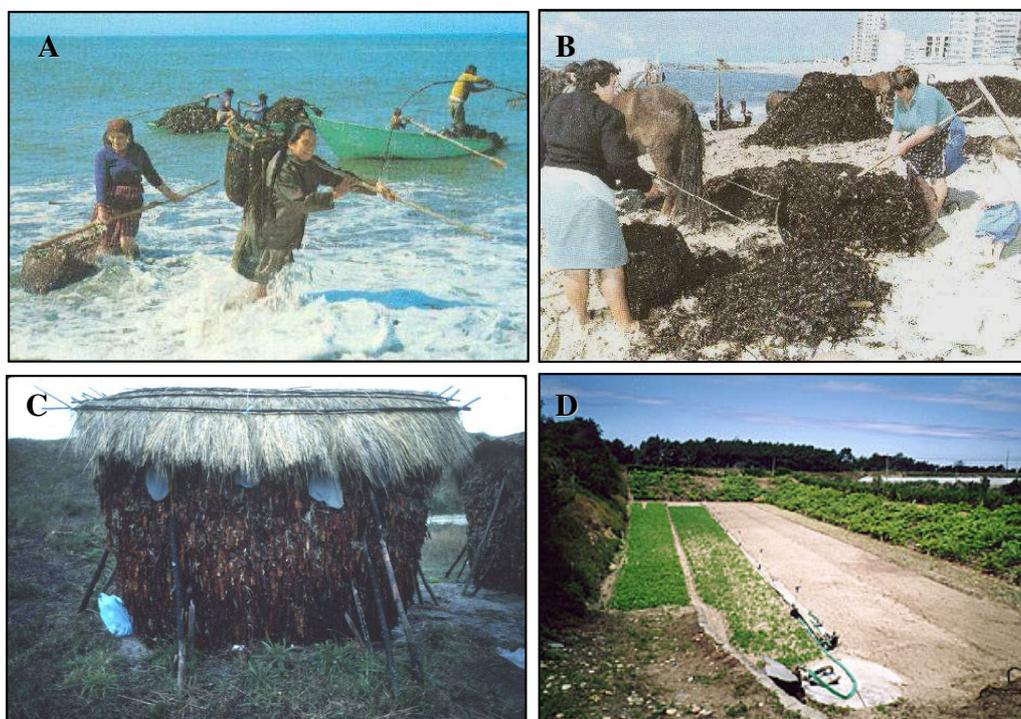


Fig. 4 – Uso das algas como fertilizantes:

A tradicional apanha do “sargaço” consiste na recolha, na praia ou na beira-mar (A), das algas que se desprendem dos rochedos com o movimento das ondas. As algas são depois espalhadas na praia para secar (B) e depois recolhidas e armazenadas em “medas” (C); o “sargaço” é usado como fertilizante nos “campos de masseira” (D).

Referências Bibliográficas

- AFONSO, E.; ARNAL, I.; ARRONTEs, J. e AL, E. (2000). Biology. In: O. COMISSION (Ed.) *Quality status report 2000: Region IV - Bay of Biscay and Iberian Coast* 4. OSPAR Comission, London: 82-113.
- ARDRÉ, F. (1970) Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. I. La flore. *Port. Act. Biol.* 10(1-4): 1-423.
- ARDRÉ, F. (1971) Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. II. Ecologie et chorologie. *Bull. Cent. Etude. Rech. Sci. Biarritz* 8(3): 359-574.
- CRITCHLEY, A.T. e OHNO, M. (1998) Seaweed resources of the world. Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, 431 pp.
- DIXON, P.S. e IRVINE, L.M. (1995). Seaweeds of the British Isles : Volume I - Rhodophyta, Part 1 - Introduction, Nemaliales, Gigartinales. In: B.P. SOCIETY. (Ed.). The Natural History Museum, London: 167-251.
- FREDERICQ, S.; BRODIE, J. e HOMMERSAND, M.H. (1992) Developmental morphology of *Chondrus crispus* (Gigartinales, Rhodophyta). *Phycologia* 31(6): 542-563.

- GARCÍA, I.; CASTROVIEJO, R. e NEIRA, C. (1993) Las algas en Galicia : alimentación y. otros usos. Xunta de Galicia, Coruña, 231 pp.
- GONZÁLEZ, C.; ÁLVAREZ, O. e RODRÍGUEZ, L.M. (1998) Algas Marinas de Galicia. Edicións Xerais de Galicia, S.A., Vigo, 286 pp.
- GUIRY, M.D. e BLUNDEN, G. (1991) Seaweed resources in Europe: uses and potential. Wiley, Chichester, xi, 432 pp.
- GUIRY, M.D. e GUIRY, G.M. (2007) AlgaeBase version 4.2. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway.: <http://www.algaebase.org>
- IBERAGAR - SOCIEDADE LUSO-ESPANHOLA DE COLÓIDES MARINHOS, S.A. (2007) <http://www.iberagar.com>
- KAPRAUN, D.F. (1999) Red algal polysaccharide industry: economics and research status at the turn of the century. *Hydrobiologia* 399: 7-14.
- LAXE-MUROS, C. (1990) Prospección, análise y cartografía de macroalgas y erizo de mar en el litoral de Galicia. Xunta de Galicia. Consello de Pesca. Dirección Xeral de Pesca, Marisqueo e Acuicultura, 69 pp.
- LEWIS, J.R. (1964) The ecology of rocky shores. English Universities Press Ltd., London, 300 pp.
- MCHUGH, D.J. (2003) A guide to the seaweed industry. *FAO Fisheries Technical Paper* 441: 52-72.
- MESQUITA RODRIGUES, J.E. (1963) Contribuição para o conhecimento das Phaeophyceae da costa portuguesa. *Bol. Soc. Brot.* 16: 1-124.
- MÚRIAS, A. (1994). Estudo e caracterização dos povoamentos bentónicos intertidais de substrato rochoso do Norte de Portugal. Tese de Mestrado, Universidade do Porto, pp.
- NETO, A.I.; TITTLE, I. e PEDRO, M.R. (2005) Flora Marinha do Litoral dos Açores. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, 158 pp.
- NUNES, M.C.; BATISTA, P.; RAYMUNDO, A.; ALVES, M.M. e SOUSA, I. (2003) Vegetable proteins and milk puddings. *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces* 31(1-4): 21-29.
- PALMINHA, F.P. (1951) Contribuição para estudo das algas marinhas portuguesas. I. *Bol. Port. Ciênc. Nat.* 2(3): 226-250.
- PALMINHA, F.P. (1971) Exploração e utilização de algas marinhas na plataforma portuguesa e nas ilhas do Arquipélago dos Açores. *Junta Nacional do Fomento das Pescas* 7: 25-36.
- PATEIRA, L. (1993) Macroalgas marinhas da costa continental portuguesa: sua utilização industrial. INETI, Lisboa, 16 pp.
- PEREIRA, L. (1996a). Aspectos da biologia, taxonomia e biotecnologia das Gigartinaceae (Rhodophyceae). Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica (Trabalho de Síntese), Universidade de Coimbra, 243 pp.
- PEREIRA, L. (1996b). Ecologia das macroalgas marinhas. Estudo ecológico duma população de *Gigartina teedii* da baía de Buarcos. Provas de aptidão e capacidade científica, Universidade de Coimbra, 99 pp.
- PEREIRA, L. (2004). Estudos em macroalgas carragenófitas (Gigartinales, Rhodophyceae) da costa portuguesa - aspectos ecológicos, bioquímicos e citológicos. Universidade de Coimbra, 293 pp.
- PEREIRA, L. (2006). Identification of phycocolloids by vibrational spectroscopy. In: A.T. CRITCHLEY; M. OHNO e D.B. LARGO (Eds.) *World Seaweed Resources - An authoritative reference system* Version 1.0. ETI Information Services Ltd.
- PEREIRA, L.; PEREIRA, N. e OSÓRIO, H. (1998). Algas marinhas, um recurso para o próximo milénio. *Prémio Francisco de Holanda*. Lisboa, Expo98.
- PÉREZ-RUZAFÁ, I.; IZQUIERDO, J.L.; ARAÚJO, R.; PEREIRA, L. e BÁRBARA, I. (2003) Distribution map of marine algae from the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. XVII. *Laminaria rodriguezii* Bornet and additions to the

distribution maps of *L. hyperborea* (Gunner.) Foslie, *L. ochroleuca* Bach. Pyl. and *L. saccharina* (L.) Lamour. (Laminariales, Fucophyceae). *Botanica Complutensis* 27: 155-164.

PEREZ, R.; KAAS, R.; CAMPELLO, F.; ARBAULT, S. e BARBAROUX, O. (1992) La Culture des algues marines dans le monde. IFREMER, Plouzane, 613 pp.

RIBIER, J. e GODINEAU, J.C. (1984) Les algues. La Maison Rustique, Flammarion, 15-26 pp.

RUDOLPH, B. (2000). Seaweed products: red algae of economic significance. In: R.E. MARTIN (Ed.) *Marine & freshwater products handbook*. Technomic Pub. Co., Lancaster, PA: 515-529.

SAÁ, C.F. (2002) ALGAS DO ATLÂNTICO, Alimento e Saúde. Propriedades, receitas e descrição. Algamar, Redondela - Pontevedra, 272 pp.

SANTELICES, B. (1988) Synopsis of biological data on the seaweed genera *Gelidium* and *Pterocladia* (Rhodophyta). *FAO Fisheries Synopsis* 145: 55.

SANTELICES, B. (1999) A conceptual framework for marine agronomy. *Hydrobiologia* 399: 15-23.

SOUSA-PINTO, I. (1998). The seaweed resources of Portugal. In: A.T. CRITCHLEY e M. OHNO (Eds.) *Seaweed resources of the world*. Japan International Cooperation Agency, Yokosuka: 176-184.

THERKELSEN, G.H. (1993). Carrageenan. In: R.L. WHISTLER e J.N. BEMILLER (Eds.) *Industrial gums: polysaccharides and their derivatives*. Academic Press, San Diego: 145-180.

TSENG, C.K. (1945) The Terminology of Seaweed Colloids. *Science* 101(2633): 597-602.

VAN DE VELDE, F. e DE RUITER, G.A. (2002). Carrageenan. In: E.J. VANDAMME; S.D. BAETS e A. STEINBÈUCHEL (Eds.) *Biopolymers v. 6. Polysaccharides II, polysaccharides from eukaryotes*. Wiley-VCH, Weinheim; Chichester: 245-274.

VEIGA DE OLIVEIRA, E.; GALHANO, F. e PEREIRA, B. (1975) Actividades agro-marítimas em Portugal. Instituto de Alta Cultura, Lisboa, pp 236 pp.

VIEIRA, V.V. e SANTOS, M. (1995) Directório de aquacultura e biotecnologia marinha. Escola Superior de Biotecnologia da Univ. Católica Portuguesa, Porto, 113 pp.

ZEMKE-WHITE, W.L. e OHNO, M. (1999) World seaweed utilisation: An end-of-century summary. *Journal of Applied Phycology* 11: 369-376.