

Macroalgas e seus usos – alternativas para as indústrias brasileiras

Macroalgae and theirs uses - alternatives for brazilian industries.

Bárbara Monique de Freitas Vasconcelos¹ & Alex Augusto Gonçalves²

RESUMO: As macroalgas marinhas são divididas em três grandes grupos: algas verdes, pardas e vermelhas. Elas vêm sendo utilizadas há milênios pelos povos orientais como parte importante de sua dieta alimentar. Os teores de nutrientes diferem de acordo com o grupo ao qual pertencem, no entanto, suas características nutricionais justificam o incremento desses vegetais na alimentação humana. O alto teor proteico, o elevado conteúdo de fibras e ainda o grande número de minerais são extremamente importantes para suplementação das necessidades nutricionais humanas. No entanto, além de seu uso como alimento, as algas têm sido utilizadas como suplemento de rações para diversos animais, adubos sólidos ou líquidos, no desenvolvimento de diversos cosméticos, como xampus, hidratantes, cremes anti-idade e fontes de produtos químicos diversos, dentre os quais se destacam certas mucilagens conhecidas como ficocolóides, ou colóides de algas. Estas últimas substâncias são classificadas em três grupos básicos em função de sua estrutura química e propriedades reológicas: os ágaros (ágar-ágar) ou agaranas, as carragenanas e os alginatos. O objetivo deste artigo é atualizar o leitor sobre as pesquisas realizadas nos últimos anos com macroalgas marinhas, abrangendo várias áreas na qual as macroalgas tem se destacado.

Palavras-chave: macroalgas, alimentação, composição nutricional, humano, animal, ficocolóides, cosméticos, fertilizantes.

ABSTRACT: The seaweeds are divided into three main groups: green algae, brown and red. Oriental people as an important part of their diet have used algae for millennia. Nutrient contents differ according to the group to which they belong; however, its nutritional characteristics justify the increase in human consumption of these vegetables. The high protein, high fiber content and also the large number of minerals are extremely important for supplementation of human nutritional needs. However, beyond its use as food, algae have been used as supplemental feed for various animals, manure solids or liquids, the development of various cosmetics such as shampoos, moisturizers, anti-aging creams and sources of various chemicals, among which we highlight certain phycocolloids known as mucilages, seaweed colloids. These latter substances are classified into three basic groups based on their chemical structure and rheological properties: the Agar (agar-agar) or agaranas the carrageenan and alginates. The purpose of this article is to update the reader on the research conducted in recent years with seaweeds, covering several areas in which macroalgae has excelled .

Key word: macroalgae, nutrition, nutritional composition, human, animal, phycocolloids, cosmetics, fertilizers.

INTRODUÇÃO

As algas marinhas são classificadas em três grandes grupos: algas pardas, algas vermelhas e algas verdes. As características entre elas diferem com relação a fisiologia e aos compostos presentes. Algumas possuem um maior conteúdo mineral, outras um maior teor proteico, e algumas apresentam alto conteúdo de fibras. Além disso, são excelentes fontes de vitaminas A, B1, B12, C, D e E, riboflavina, niacina, ácidos pantotênico e fólico e minerais, tais como Ca, P, Na e K (SOARES *et al.*, 2012; DHARGALKAR e VERLECAR, 2009).

As macroalgas marinhas vêm sendo utilizadas há muitos anos pelos povos orientais como parte importante

de sua dieta alimentar. A sua introdução na alimentação ocidental ainda é um pouco restrita, contudo uma mudança de cenário vem ocorrendo, e os benefícios das macroalgas vêm sendo descobertos e incorporados a rotina ocidental (ROCHA, 2001).

Os países asiáticos ainda detêm uma economia muito forte com relação as algas e são os principais consumidores. No Brasil, a diversidade é muito grande e as pesquisas com relação às macroalgas tem se desenvolvido com resultados surpreendentes, atividades antioxidantes, antimicrobianas, aplicações do ficocolóides, potencial nutricional excelente, dentre outras (OLIVEIRA, 1997; VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004; AHN *et al.*,

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 18/12/2013; aprovado em 24/12/2013

¹Mestrando em Ciência Animal – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA) – Av. Francisco Mota, 572 – Bairro Costa e Silva – 59625-900 – Mossoró – RN. E-mail: barbara.biotecl@gmail.com

²Professor Tecnologia, Inspeção e Controle de Qualidade do Pescado Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA) – Av. Francisco Mota, 572 – Bairro Costa e Silva – 59625-900 – Mossoró – RN. E-mail: alaugo@gmail.com

2004; PINTO *et al.*, 2007; YAMASAKI *et al.*, 2005; MATSUKAWA *et al.*, 1997; DUBBER e HARDER, 2008)

Várias praias do litoral brasileiro já apresentam cultivo de algas marinhas, visando principalmente à produção de ficocoloides. Apesar da utilização na culinária ser milenar, os produtos ofertados no mercado ainda são poucos se comparados com as outras finalidades, mesmo a composição nutricional sendo rica (PEREIRA e PAULA, 1998).

As algas ainda podem ser utilizadas como complemento de rações, adubos sólidos ou líquidos, produção de cosméticos, tratamento de água residuária e fontes de produtos químicos diversos, como os ágaros (ágar-ágar) ou agaranas, as carragenanas e os alginatos (YAN *et al.*, 2001; KAPOOR e VIRARAGHAVAN, 1998; ROCHA, 2007; MELO e MOURA, 2009; ARAÚJO *et al.*, 2012; ALLEN e JASPARS, 2009).

ALGAS MARINHAS

As algas ocorrem em todo o globo, e é a base da cadeia alimentar, servindo como fonte de nutrientes para

uma grande variedade de organismos aquáticos. Elas podem ser classificadas em macroalgas e microalgas. As macroalgas são aquelas visualizadas a olho nu, as microalgas necessitam de microscópio para serem observadas (MARINHO-SORIANO *et al.*, 2011; RAVEN *et al.*, 1996).

As macroalgas marinhas são vegetais aquáticos sem vascularização no qual o corpo é representado por um talo, a maioria são bentônicas, ou seja, vivem aderidas a um substrato, são autotróficas. Elas podem ser divididas em três grandes grupos: algas verdes, algas vermelhas e algas pardas (McHUGH, 2003; MENDEZ, 2002).

As algas verdes (Divisão *Chlorophyta*) são o grupo mais diversificado, apresentam cerca de 7000 espécies divididas em cinco classes (*Prasinophyceae*, *Pedinophyceae*, *Ulvophyceae*, *Chlorophyceae*, *Trebouxiophyceae*). Elas possuem xantofila, carotenos e clorofila *a* e *b* como pigmentos, sendo o último o mais importante. As algas verdes podem ser marinhas ou dulcícolas, estudos da sua composição química são escassos, e o uso como alimento ainda pouco eficiente (ALGAS VERDES, 2012).



Figura 1 – Alga verde do gênero *Ulva* (Fonte: Autor).

As algas vermelhas (Divisão *Rhodophyta*) possuem aproximadamente 6000 espécies divididas em várias classes sendo a *Gelidiales* e *Gracilariales* as mais importantes. Essas algas possuem a ficoeritrina como principal pigmento, além disso, são bastante utilizadas na

indústria alimentícia e microbiológica. É a partir das algas vermelhas que se extraem ficocoloides usados como aditivos alimentares e na produção de meio de cultura bacteriano (MAURICIO *et al.*, 2011).



Figura 2 – Alga vermelha do gênero *Gracilaria*. (Fonte: www.portuguese.alibaba.com)



Figura 3 – Alga vermelha (Rhodophyta) do gênero *Gigartina*. (Fonte: www.biologados.com.br)

As algas pardas (Divisão *Phaeophyta*) são o grupo mais estudado. Elas são fontes ricas de iodo e ferro, além disso, são bastante utilizadas como alimento humano. Os gêneros *Laminaria* e *Himantalia* apresentam-

se como os principais deste grupo. Algumas espécies deste grupo podem chegar a 70m de comprimento, formando os conhecidos *Kelps* (algas gigantes) (RAVEN *et al.*, 1996).



Figura 4 – Alga parda do gênero *Sargassum* (Fonte: www.rahimnetwork.blogspot.com)



Figura 5 – Alga parda do gênero *Laminaria* (Fonte: www.awi.de)

Composição nutricional

Aproximadamente 250 espécies de macroalgas são comercializadas no mundo e destas 150 são favoráveis ao consumo humano (KUMARI, 2010). Nos países asiáticos, as algas vêm sendo utilizadas desde 600 a.C. como alimento (humano e animal), fertilizantes, herbicidas e fungicidas (FLEURENCE, 1999; SÁNCHEZ-MACHADO *et al.*, 2004). Nos países ocidentais as macroalgas são utilizadas para produção de ficolóides, aditivos alimentares e medicamentos (MABEAU e FLEURENCE, 1993; RUPÉREZ, 2002).

No Brasil esse tipo de alimentação tem atraído muitos adeptos. Devido ao elevado teor de proteínas, fibras e baixo valor calórico, as algas podem ser uma ótima fonte alternativa como nutriente para alimentação humana. As características nutracêuticas relacionados aos benefícios associados ao seu consumo também tem sido alvo de investigação na pesquisa científica (FLEURENCE *et al.*, 2012).

As propriedades nutricionais de algas são poucas conhecidas, em relação às de plantas terrestres, mas vários trabalhos têm mostrado que elas são pobres em lipídios, mas rico em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (DARCY-VRILLON, 1993; DAWCZYNSKI *et al.*, 2007; MABEAU e FLEURENCE, 1993).

A fibra dietética está relacionada a vários efeitos de promoção da saúde, tais como o crescimento e a proteção da microbiota intestinal, redução da resposta glicêmica, aumento do volume das fezes e redução do risco de câncer de cólon. As algas apresentam um alto teor de polissacarídeos, indigeríveis para o homem,

contribuindo para o elevado conteúdo de fibras dietéticas nas algas. O teor destas fibras varia de acordo com as espécies de algas analisadas, apresentando uma média de 30 – 40% do peso seco (Mc ARTAIN *et al.*, 2007; RUPÉREZ *et al.*, 2010; TABARSA *et al.*, 2012).

Santos *et al.* (2012) avaliaram a composição centesimal da alga *Kappaphycus alvarezii* e encontraram um teor de 44% do peso seco em fibras, demonstrando um alto potencial nutricional. Em outro estudo, Mota (2011) avaliou o potencial nutricional de três algas marinhas *Ulva fascinata*, *Gracilaria cornea* e *Sargassum vulgare* coletadas do litoral da Bahia, sendo uma verde, vermelha e parda, respectivamente. Os resultados mostraram que a *U. fascinata* apresentava o maior teor de fibras (24%), a *G. cornea* (25 %) e a *S. vulgare* (16%). Estes valores foram abaixo da média encontrada na maioria das algas, contudo a composição centesimal de uma macroalga depende da espécie, ambiente e estações do ano.

Carneiro *et al.* (2012) avaliaram o potencial nutricional (fibras) de duas algas vermelhas (*Hypnea musciformis* e *Solieria filiformis*) coletadas no litoral do Ceará – RN – Brasil. O resultado obtido mostrou um elevado conteúdo de fibras, 54% para *H. musciformis* e 49% para *S. filiformis*. Já, Kadam e Prabhasankar (2010), demonstram que os polissacarídeos de algas apresentam maior capacidade de retenção de água (WHC) do que as fibras celulósicas e o interesse em hidrocolóides de algas para a nutrição humana devem-se à sua atuação como fibra dietética. Seus efeitos fisiológicos estão intimamente relacionados com suas propriedades físico-químicas, tais como solubilidade, viscosidade, hidratação e capacidade de troca iônica no aparelho digestivo.

O teor de lipídios em algas é baixo (1–5%), entretanto apresenta um elevado teor de ácidos graxos insaturados (PUFA). Isto é de grande importância na alimentação, pois os PUFA's são benéficos na alimentação, sendo alguns essenciais ao metabolismo, e somente adquiridos através dos alimentos (PATARRA, 2008).

Van Ginneken *et al.* (2011) estudaram o perfil lipídico de nove espécies diferentes de macroalgas. Todas apresentaram baixo conteúdo lipídico total, tendo a *Ascophyllum nodosum* e *Fucus serratus* os maiores níveis e *Caulerpa taxifolia* e *Sargassum natans* os menores níveis. Com relação aos ácidos graxos polinsaturados o ácido palmítico se destacou, apresentando valores elevados em todas as espécies. A *Ulva lactuca* ainda apresentou valores elevados de ômega 3 e 6. Ainda segundo o autor, os PUFA's auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares.

Benjama *et al.* (2011) avaliaram a composição centesimal de duas algas verdes em estações do ano diferentes, um período chuvoso e outro seco. Eles observaram que o valor total de lipídios variou entre 2 a 8% do peso seco, sendo a estação chuvosa (inverno) aquela que possuiu um maior teor de lipídio. Indicando a influência das estações do ano na composição das algas.

A fração mineral de algumas algas corresponde a 36% do peso seco total. As algas pardas são conhecidas como uma fonte rica em iodo (mineral que atua no metabolismo de lipídios). As algas da família das *Laminaria* são a principal fonte e podem conter entre 1500 a 8000 ppm do peso seco total. Algumas algas são importantes fontes de cálcio, o conteúdo deste mineral pode chegar até 7% do peso seco total (PATARRA, 2008).

A alga *Lithothamnium calcareum* vem sendo bastante aplicada como fonte de suplemento de cálcio em rações animais. O esqueleto dela é constituído de 95 – 99% de minerais, principalmente carbonato de cálcio e de fósforo. Ela pode ser usada na correção e fertilização do solo, nutrição animal e humana e empregada na indústria (MELO, 2006; GOETZ, 2008; COSTA NETO *et al.*, 2010).

O teor proteico das algas difere de acordo com a espécie. As algas pardas possuem um conteúdo baixo, em torno de 5-15% do peso seco, enquanto as algas verdes e vermelhas apresentam valores entre 10-30% do peso seco. Os ácidos, aspártico e glutâmico constituem a maior fração de aminoácidos para a maior parte das algas marinhas (PATARRA, 2008).

Pires *et al.* (2012) determinaram a composição química da alga *Gracilaria domingensis*, uma rodofíceia e demonstrou que o teor proteico dela é de 17% do peso seco. Calado *et al.* (2012) compararam o potencial nutricional de duas rodofíceas e obtiveram como teor protéico 17 e 16 % do peso seco.

Benjama *et al.* (2011) estudaram duas algas verdes a *Ulva pertusa* e a *Ulva intestinalis* e descobriram que o teor proteico delas era semelhante as rodofíceas,

elas apresentaram uma quantidade de proteínas em torno de 14 e 19% do peso seco.

Estudos realizados por Frikha *et al.* (2011) com quatro espécies de macroalgas diferentes evidenciam as diferenças nutricionais das três divisões: *Ulva rigida*, *Codium bursa* (verdes), *Ceramium diaphanum* (vermelha) e *Cystoseira barbata* (parda). A alga parda *Cystoseira barbata* apresentou o maior nível de lipídio (2,51% do peso seco) e o um dos menores teores proteicos (5,60% do peso seco). A *Ceramium diaphanum* (alga vermelha) obteve o maior teor proteico (14% do peso seco).

Mediante uma composição nutricional ampla, as algas são usadas como fonte de alimento em diversos países do globo, seu consumo pode ser direto (consumo da própria alga) ou indireto (consumo de compostos produzidos de algas).

USOS DAS ALGAS

Na alimentação humana

O consumo de algas na alimentação humana é verificada desde o século IV, no Japão e século VI, na China. Contudo, apenas a partir de 1930 foram comercializados as primeiras algas processados. O Japão é um grande consumidor (1,1 kg de alga seca/ano/pessoa) de algas marinhas devido a sua geografia que não permite grandes plantações de vegetais. As algas vermelhas e marrons são as mais utilizadas para consumo humano. Os gêneros *Laminaria*, *Porphyra*, *Durvillea*, *Sargassum*, *Chondrus* são as mais conhecidas e aplicadas a culinária humana (Mc HUGH, 2003; ROCHA *et al.*, 2011).

As algas aplicadas para alimentação humana são provenientes, principalmente, de cultivo, uma vez que a retirada destas poderia ocasionar um impacto ambiental grande. Segundo dados da FAO (2008) a produção mundial de algas alcançou 16 milhões de toneladas de peso vivo, deste total 93% foi de aquicultura. O mercado faturou um total de US\$ 7,4 bilhões, sendo 65% vindos das indústrias de coloides, 30% da indústria de alimentos e apenas 5% de outras indústrias.

Na costa oeste dos Estados Unidos e Canadá algumas companhias tem cultivado macroalgas *onshore*, em grandes tanques, especificamente para consumo humano. Este mercado tem crescido, além das exportações para o Japão. Além disso, muitos países tem incorporado nas receitas o uso de vegetais marinhos (algas) (Mc HUGH, 2003).

Na Ásia, a China é a grande produtora, e na Europa, a Noruega se destaca. O grande consumidor mundial das algas marinhas para consumo humano são os países asiáticos, com o Japão em primeiro lugar. Neste país a tradição de consumo de algas é, 20tão grande que existe um feriado nacional para elas (6 de fevereiro) (MARFAING, 2011).

No Brasil, em 2008 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2008) liberou e

regulamentou o uso de algas marinhas como alimento para seres humanos, podendo ser desenvolvido como cápsulas, tabletes ou comprimidos.

Além dos valores nutricionais mencionados anteriormente, as algas possuem uma vantagem frente aos outros produtos marinhos, os baixos compostos alergênicos. Somente um exemplo de choque anafilático foi descrito após consumo de *ogo-nori*, neste contexto o uso de macroalgas é uma alternativa aos produtos marinhos com altos compostos alérgicos (NOGUCHI *et al.*, 1994; FLEURENCE *et al.*, 2012).

Estudos tem apresentado que muitas doenças crônicas podem ser evitadas com a simples adição de algas marinhas na alimentação, isto porque o consumo desses vegetais auxilia na excreção de metais pesados, elementos radioativos e toxinas do corpo, além de controlar a obesidade. O consumo dessas algas pode ser realizado na forma seca, como *snack*, salgadinhos de batata, com bifes, ou podem ser reidratados, cozinhados junto a outros alimentos como, por exemplo, no preparo de sopas ou ingeridos na forma de cápsulas (PLAZA, CIFUENTES e IBANEZ, 2008; JUNGWIRTH, 2010).

As pesquisas têm demonstrado que as macroalgas apresenta uma grande quantidade de compostos bioativos, como carotenoides, ácidos graxos e fitoesteroides, e essas substâncias tem apresentado efeitos benéficos a saúde com suas atividades antioxidantes, antitumorais, anticoagulantes (CHANDINI, GANESAN e BHASKAR, 2008; LEE *et al.*, 2008; NAGAI e YUKIMOTO, 2003). Segundo dados da Seafood⁺ (2008) as algas pardas possuem um teor maior de compostos bioativos, dentre eles a fucoxantina, taninos e outros metabólitos (HOSAKAWA *et al.*, 2006).

O consumo de algas na alimentação humana pode ser realizado também por meio da introdução de compostos funcionais oriundos dos “vegetais marinhos”, como os extratos de ficoeritina (RPE) que são ricos em proteínas e servem como corante para comidas. O processamento do extrato para produção do corante vem sendo realizado através da metodologia de ultrafiltração em membranas (FLEURENCE *et al.*, 2012). As algas vermelhas possuem um alto nível de pigmento proteico conhecido como R-ficoeritina (RPE). A RPE é um marcador de mudança sazonal, indicando o conteúdo proteico naquela época, quanto maior a presença, mais proteína a alga apresenta. Este pigmento é bastante utilizado na Ásia como corante de comida (GALLAND-IRMOULI *et al.*, 1999; DENIS *et al.*, 2010).

Apesar da antiguidade e no crescimento do consumo de algas marinhas o desenvolvimento de produtos para alimentação humana ainda é muito restrito, as pesquisas estão voltadas para a produção de novos fármacos, cosméticos e aditivos alimentares (Agar, carragenatos e alginatos), tendo a indústria de alimentação ficado defasada.

Algas de consumo humano

Nori ou *Porphyra spp.* é uma rodofícea amplamente produzida no Japão. Possui valores elevados de proteínas (30 – 50% do peso seco), o teor vitamínico é alto e a variedade vitamínica também é elevada. É bastante utilizada na produção de “sushi”, pode ser consumida frita como um aperitivo pode ser usado como flavorizantes em sopas e *snack*. Associada a pimenta adquire excelente sabor, além disso, ainda é aplicada na produção de patês (MCHUGH, 2003).

Aonori é representada por duas espécies de algas verdes: *Monostroma spp.* e *A Monostroma spp.* é uma alga encontrada em baías e golfos do sudeste do Japão, o cultivo dela deve ser realizado em algas calmas, como baías e estuários. A *Enteromorpha spp.* esta espécie é encontrada naturalmente em baías e rios próximos ao Japão, além de ter sido encontrada na Europa e América do Norte. Ambas as algas possuem um elevado percentual de proteínas, aproximadamente 20% do peso seco. Outro ponto positivo da composição química é o teor de vitaminas e minerais, ambos apresentam um elevado conteúdo de ferro e cálcio, e vitamina A, sendo esta igual ao teor encontrado no espinafre (MCHUGH, 2003).

O consumo destas espécies pode ser realizado como flavorizantes, sendo desta forma, aplicadas secas em arroz, principalmente. É muito aplicada também em sopas e saladas e batatas fritas, principalmente como condimentos, sendo bastante consumida no Japão. É incrementada também em pratos quentes como yakisoba takoyaki e o-konomiyaki (JAPANESE FOOD, 2011; JAPANESE GLOSSARY, 2013).

A alga *Rhodymenia palmata* conhecida como “sol” ocorre principalmente na Islândia. Ela é coletada em Agosto, época em que se encontra madura e própria para consumo. O seu armazenamento é realizado em barris após serem secas, isto é necessário uma vez que a próxima coleta ocorrerá apenas no ano seguinte. Esta alga é consuma como tempero em peixes, podendo ser ingerida com leite ou com pão (HALLSSON, 1961).

Kombu ou Haidai é o nome dado a mistura de algas do gênero *Laminaria (L. longíssima, L. japônica, L. angustata, L. coriácea e L. ochotensis)*. Na China esse mix de *Laminaria* é denominado Haidai e no Japão Kombu. A *Laminaria* é uma alga parda de ocorrência natural na República da Coreia, contudo o seu cultivo não é muito explorado devido a preferência dos coreanos por Wakame (outro tipo de alga). Os maiores cultivos deste tipo de alga estão no Japão e China, tendo o último uma produtividade de 4 milhões de toneladas/ano. No Japão existe uma grande tradição em consumir Kombu, isto porque a qualidade nutricional é muito boa, apresenta cerca de 10% de proteína bruta, além de ser rica em minerais (principalmente iodo) e vitaminas (complexo B), e ter baixo teor de gordura (2%) (MCHUGH, 2003).

O kombu no consumo humano pode ser realizado de maneiras diferentes. Na China ele é tradicionalmente cozinhado com sopas, sendo utilizado como tempero. No Japão é bastante consumida com pedaços de salmão, podendo ainda ser incorporada a outras espécies de peixes

e carne bovina como flavorizante. A diversidade ainda abrange o uso com arroz e outros cereais e na produção de chás. Faz parte também de pratos comuns no Japão como nabe, kobumaki, e tsukudani (McHUGH, 2003; MARFAING, 2011, JAPANESE GLOSSARY, 2013).

Hiziki é um alimento produzido com uma alga parda chamada de *Hizikia fusiforme*, é amplamente encontrada e coletada no Japão, porém seu cultivo é realizado na República da Coreia. O teor de proteína, lipídio, carboidrato e vitaminas são semelhantes ao do Kombu, contudo algumas vitaminas são destruídas durante o processo de secagem. O conteúdo de ferro, cobre e manganês são relativamente alto, sendo maior do que aqueles encontrado no Kombu (McHUGH, 2003).

O consumo do Hiziki é feito a partir da desidratação da alga no sol, contudo apresenta um sabor adstringente, principalmente devido aos taninos, para retirada deste composto a *Hizikia* é imersa em água por 4-5 horas juntamente com outra alga parda, posteriormente, é retirada da imersão e seca ao sol. Este produto final é chamado de *hoshi hiziki*, ele é comercializado seco em sacos escuros. Ele é degustado frito juntamente com feijão e/ou tofu, pode ser apresentado com vegetais (McHUGH, 2003; JAPANESE GLOSSARY, 2013).

Mozuku (*Cladosiphon okamuranus*) é uma alga parda muito popular nas ilhas do sudeste japonês, principalmente Kagoshima e Okinawa. Ela ocorre naturalmente em águas subtropicais e é bastante cultivada em Okinawa. Para consumo ela tem o excesso de sal é usada como vegetal fresco e misturada a soja e a saladas (McHUGH, 2003).

Sea Grapes ou Caviar verde (*Caulerpa lentillifera*) são algas muito populares utilizadas em saladas frescas, são cultivadas na Ilha de Mactan nas Filipinas, o principal mercado consumidor se encontra em Cebu e Manila, o restante é exportado para o Japão. A *Ulva lactuca* ou alface-do-mar é uma alga verde muito utilizada em queijos, saladas e wrap. Apresenta uma textura macia e flavour refrescante (McHUGH, 2003; MARFAING, 2011; MATSURI, 2010).

Dulse (*Palmaria palmata*) é uma alga vermelha encontrada nas zonas subtropicais, principalmente próximo ao Canadá. Ela é rica em ferro e contém traços de elementos essenciais a nutrição humana, o teor de vitaminas presentes é maior do que em alguns vegetais terrestres como espinafre. O cultivo desta água é realizado em tanques nos próprio Canadá. (McHUGH, 2003). A Dulse é comercializada após remoção de sal e desidratação. É bastante utilizada em salgadinhos de milho, em snack, coquetéis e saladas. Tem um sabor parecido com crustáceo, e um flavor doce, o cozimento é rápido (MARFAING, 2011).

Kanten é uma alga vermelha rica em ágar, ela é comercializada seca e em blocos (Figura 9). Atua como um agente gelificante e é ideal para fazer gelatinas para vegetarianos. Deliciosos doces podem ser produzidos se misturar sucos de frutas com o Katen, é consumido também com vinagre de arroz, soja e doces (JAPANESE

GLOSSARY, 2013). Este tipo de alga vem sendo bastante aplicada na dietoterapia, uma vez que o ágar-ágar possui uma grande quantidade de fibras solúveis, aumentando seu volume quando absorve água, desta forma aumenta a sensação de saciedade por mais tempo (KIJAMA et al., 2013).

O wakame (*Undaria pinnatifida*) é uma alga parda com ciclo de vida anual cultivada principalmente pela Coreia. Ela apresenta elevado teor de fibras, baixo conteúdo de lipídios e apresenta uma quantidade de vitaminas semelhante as outras algas, porém tem destaque para o teor de vitamina B que é alto. É muito utilizada para aromatizar ostras e apresenta um sabor excelente quando misturado com produtos marinados e água de coco (McHUGH, 2003).

O wakame pode ser consumido lavado e seco, sendo denominado de *suboshi wakame*, pode também ser misturado a cinzas de elevada alcalinidade para inativar algumas enzimas indesejáveis que podem levar a uma degradação mais rápida. Posteriormente, é lavada com água do mar e seca, neste caso tem-se o produto conhecido como *haiboshi wakame*. É usado também em sopas, saladas, juntamente com soja ou consumidas em pequenos pedaços. É aplicada na produção de pickles e flavorizante em arroz, além disso ainda pode ser consumido refogado juntamente com molho shoyu (McHUGH, 2003; SAYURI, 2010; MARFAING, 2011).

Prabhasankar et al. (2009) desenvolveram um macarrão a base de wakame, visando incrementar as qualidades nutricionais das macroalgas na alimentação humana. Eles misturaram o wakame seco em diferentes concentrações durante a produção do macarrão e avaliaram algumas qualidades nutricionais e sensoriais, eles observaram que o teor proteico e de fibras aumentaram na concentração de 20%, e a qualidade sensorial avaliada foi aprovada na concentração de 10%, sendo um entrave ao desenvolvimento do produto, pois as propriedades funcionais melhoradas e o sabor mais agradável ficaram em concentrações diferentes, contudo o autor afirma que o estudo foi um sucesso, abrindo caminhos para outras pesquisas na área.

Irish Moss (*Chondrus crispus*) é uma alga vermelha muito consumida na Europa para alimentação, contudo sua aplicação não é direto, ela é bastante usada para produção de carragenatos e estes são aplicados como flavorizantes em pudins, doces, sopas, sashimi, e saladas (McHUGH, 2003).

Ogo ou Ogonori (*Gracilaria spp.*) é uma rodoficea bastante utilizada no Hawaii para produção de saladas, assim como as outras algas vermelhas possui um alto teor de proteínas. Ela é cultivada em tanques no Hawaii e também em mar aberto no nordeste do Brasil. É muito utilizada para extração de Agar e produção de geleias, gelatinas e doces. Por apresentar propriedades afrodisíacas, é também usada na fabricação de bebidas não alcoólicas (McHUGH, 2003; MARINHO-SORIANO, 2011).

A alga *Himanthalia elongata* ou espaguete do mar é uma alga parda, rica em iodo, apresenta essa denominação devido a sua forma alongada semelhante a um espaguete, possui textura forte e após cozimento fica mais suave. É muito consumida com feijão francês e pode ser cristalizada em açúcar e usada em produtos doces, como bolos e chocolates (MARFAING, 2011).

Seaweed solution é derivada de Agar-agar, um pó produzido por fervura, secagem e moagem de uma variedade muito de alga. Ele pode ser utilizado como um substituto de baixas calorias para alimentos sólidos para controlar o seu apetite quando preparado adequadamente e consumido como um líquido quente (Site da SEAWEED SOLUTION, 2010).

O chá de *Seaweed Solution* Original é preparado fervendo-o em água e aromatizando com folhas de alga. Quando deixada arrefecer vira sólido e pode ser armazenada, reaquescido e consumidos durante várias semanas após a preparação inicial. Quando consumido assume características semelhantes a comida sólida versus uma bebida líquida. A sensação que se tem depois de beber é muito semelhante ao sentimento que você tem depois de comer uma grande refeição, no entanto perdura por mais horas, devido ao alto teor de fibras, sendo, portanto bastante utilizado como emagrecedor (SEAWEED SOLUTION, 2010).

Faria (2012) avaliou a aplicação de extratos de diferentes algas marinhas para estabilizar e flavorizar o azeite de oliva. As algas utilizadas foram a Nori (*Porphyra umbilicali.*) e alga Kombu (*Laminaria japonica*). O autor analisou a estabilidade oxidativa e avaliou o produto final sensorialmente e concluiu que não houve modificações na oxidação do azeite suplementado com extratos de algas, e com relação a aceitação dos provadores todos tiveram uma boa aceitabilidade, sendo aquele suplementado com Nori, o melhor resultado.

Muitos alimentos têm sido desenvolvidos visando uma melhor aceitação do consumo de algas pela população ocidental, contudo ainda não é suficiente, muitos produtos ainda podem ser inventados e novas pesquisas realizadas buscando mais compostos nutracêuticos à base de macroalgas marinhas.

ALGAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A carne e seus derivados são considerados um componente vital de uma dieta saudável e importantes fontes de proteínas, vitaminas, minerais e oligoelementos. Nos últimos anos, a confiança do consumidor na carne tem sido prejudicada por uma série de problemas de saúde relacionados com o consumo de carne, por exemplo, a gordura saturada e colesterol e os associados risco de doença cardíaca, câncer, obesidade. Demanda do consumidor aumentou para carne mais saudável (TOLDRÁ & REIG, 2011).

A obtenção de alimentos funcionais é baseado na adição de nutrientes funcionais que possuem compostos

bioativos com ações antioxidantes, antiinflamatórias, anticancerígenas, antidiabéticas, entre outros. Existem várias estratégias para tornar produzir carne funcional, pode-se suplementar a ração diretamente com fonte do nutriente funcional, ou ainda extrair o nutriente e aplicá-lo. (MORONEY, 2012; KHAN *et al.*, 2011).

Estudos já demonstraram que a suplementação de dietas de porcos com extratos de plantas com potencial antioxidativo diminuiu a oxidação lipídica, melhorando a qualidade da carne, outros autores obtiveram os mesmos resultados com aves (ASGHAR *et al.*, 1991; TANG, KERRY, SHEEHAN, BUCKLEY, & MORRISSEY, 2001).

As macroalgas possuem um grande potencial antioxidante, além de características nutricionais excelentes, o alto teor de fibras e proteínas, aliadas ao baixo conteúdo lipídico, as tornam candidatas para produção de carne mais saudável. As macroalgas pardas (*Phaeophyta*) apresentam diversos compostos antioxidantes, como ácido ascórbico, tocoferóis, catequinas, entre outros, devido a isso vem sendo estudada a aplicação delas para suplementação na dieta de vários animais, visando uma melhoria na produção animal, com a incorporação de compostos bioativos nos músculos e tecidos destes animais (ZUBIA, 2009; O'DOHERTY *et al.*, 2010; GUPTA & ABU-GHANNAM, 2011).

Carlos *et al.* (2011) avaliaram o uso da *Lithothamnium calcareum* em frangos de corte. Os autores adicionaram a alga para aumentar a quantidade de cálcio na fase inicial (1-21 dias) e na fase de crescimento (21-42 dias) e analisaram nas duas fases e no período total. Os resultados obtidos demonstraram que na fase inicial não houve ganho de peso e na fase de crescimento e período total não houve alterações significativas, demonstrando que o uso pode ser introduzido, mediante análise de viabilidade econômica.

O uso da alga marrom *Ascophyllum nodosum* para suplementação de tilápias do vem sendo estudado. Pesquisas tem demonstrado que a inclusão de algas na dieta de alevinos não pode ser superior a 1%, pois acima disso a digestibilidade fica comprometida, não tendo diferenças nos parâmetros de desempenho zootécnico (ALVES-FILHO *et al.*, 2011).

Garcia e colaboradores (2009) avaliou o desempenho zootécnico de tilápias com um suplemento alimentar (Ergosan) à base de algas marinhas (*Ascophyllum nodosum* e *Laminaria digitata*), estas algas são ricas em compostos antioxidantes, além do alto teor de fibras insolúveis. Os autores observaram que o ganho de peso e o consumo da ração melhoraram com a adição das algas, sendo, portanto recomendadas para uso em campo.

Neste experimento não foi realizado uma análise da carne do peixe, após suplementação com algas, possivelmente houve alterações nutricionais, uma vez que as algas são fonte de proteínas e de ácidos graxos da série ômega.

Segundo Berberian e Lenci (1983), a utilização do *Lithothamnium calcareum* como suplemento mineral

na alimentação de cavalos P.S.I. revelou-se um excelente corretivo mineral e orgânico, melhorando e aumentando a disponibilidade biológica dos nutrientes existentes na ração. Os mesmos autores Lenci e Berberian (1984) estudaram cinco casos de fraturas ósseas em cavalos P.S.I. de corrida no Jockey Club de São Paulo-Brasil e observaram que os animais alimentados com a farinha de algas tiveram uma recuperação mais rápida.

Em pesquisa com ratos, Assoumani (1997) relatou que a farinha de algas calcáreas apresentou vantagens em relação ao calcário no crescimento do osso fêmur e na biodisponibilidade de cálcio, sugerindo que provavelmente a concentração de magnésio e a porosidade da alga seriam os responsáveis por estas diferenças, já que a farinha de algas apresenta porosidade (>40%) que propicia maior superfície específica de atuação.

Melo et al. (2004), relataram que para bovinos de corte, a utilização de 10% de farinha de algas calcáreas em substituição à mistura mineral comercial, promoveu aumento de 26% no ganho de peso dos animais.

Cedro e colaboradores (2011) utilizaram algas marinhas e óleo de peixe para enriquecerem ovos de galinha com ômega 3. Eles adicionaram uma suplementação de 1,5% dos componentes da dieta com farinha de algas e 1,8% com óleo de peixe, posteriormente avaliaram a composição nutricional do ovo e determinaram o perfil lipídico demonstrando um enriquecimento de ômega 3 nos ovos postos pelas poedeiras alimentadas com algas e óleo de peixe.

ALGAS NA INDÚSTRIA QUÍMICA

A indústria química utiliza as macroalgas principalmente devido à suas excelentes propriedades físico-funcionais (espessante, gelificante e estabilizante). Melhoram a textura, controlam a viscosidade e a textura de doces e sobremesas, além de atuarem como aglutinantes e estabilizadores na indústria de processamento de carne para a fabricação de salsichas e hambúrgueres com baixo teor de gordura. São aplicadas também, pela indústria farmacêutica como excipientes em comprimidos (CABRAL, 2011).

As algas vermelhas são eficientes na produção de polissacarídeos sulfatados, como as carragenas e o ágar que chegam a representar mais de 70% do seu peso e têm razoável valor comercial (VAN DEN HOEK, MANN e JAHNS, 1997).

Carragenas são polissacarídeos sulfatados lineares de D-galactose e 3,6-anidro-D-galactose extraídos de certas algas vermelhas da classe Rhodophyceae. Têm sido amplamente utilizados na indústria alimentícia, como espessante, geleificante e proteína-agente de suspensão, e pela indústria farmacêutica como excipiente em comprimidos. Além das atividades biológicas conhecidas relacionadas com inflamação e respostas imunes, carragenas são potentes inibidores dos vírus da herpes e do papiloma humano (HPV) e há indícios de que possam

oferecer alguma proteção contra a infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV) (CAMPO *et al.*, 2009).

O hidrocoloide carragena é usado na produção de alimentos, principalmente pelas indústrias de laticínios (iogurtes, sorvetes, achocolatados) e embutidos (salsichas, presuntos), para a fabricação de gelatinas e geleias, e como espessante em molhos e sopas (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004). Também apresentam diversas aplicações em indústrias não alimentícias (tintas, têxteis e perfumes) e farmacêuticas (produtos anticoagulantes e antiinflamatórios) (ARMISEN, 1995).

No grupo produtor de carragenanas a única espécie nativa possui interesse comercial é *Hypnea musciformis*, espécie de larga distribuição em todo o litoral brasileiro, com as melhores cepas e bancos mais significativos na costa nordeste. Contudo a macroalga *Kappaphycus alvarezii* tem sido cultivada em larga escala para suprir as indústrias alimentícias de carragena. Várias atividades biológicas têm sido descritas para a carragena, tais como antitumoral, antiviral, anticoagulante e imunomodulatória (ZHOU *et al.*, 2004; ZHOU *et al.*, 2005).

O ágar é um biopolímero da classe dos polímeros alactanos que surge como um material intracelular em várias espécies de algas vermelhas (Rhodophyta).

As algas produtoras de ágar (agarófitas) encontram-se nas famílias *Gracilariaceae*, *Gelidiaceae*, *Phyllophoraceae* e *Ceramiales* (STEPHEN, 1995). O ágar compreende-se de duas frações: a agarose e a agarpectina, sendo considerada uma mistura complexa de polissacarídeos. A agarpectina possui baixo poder de gelificação, já a agarose é um componente geleificante (FERRARIO & SAR, 1996).

O ágar é insolúvel em água fria mas facilmente solúvel em água quente (95 – 100°C). Por arrefecimento da solução, forma-se um gel. Uma vez formado o gel, é necessário um reaquecimento até temperatura mais elevada para se dar a sua fusão (STEPHEN, 1995).

A extração do ficocoloide ágar pode ser realizada em condições ácidas ou básicas ou neutras, dependendo do tipo de alga e/ou qualidade final que se pretende para o produto.

No caso da *Gracilaria*, um gênero de algas tipicamente com elevado teor em sulfatos é necessário efetuar um pré-tratamento em meio alcalino, antes da extração. Este tratamento é feito com o intuito de eliminar grupos sulfatados e aumentar conteúdo em 3,6-anidrogactose (SOUSA, 2008).

O ágar, ao contrário dos carraginatados, não necessita de sais para gelificar já que o faz por si mesmo, o que supõe um conteúdo em cinzas muito menor do que outros agentes geleificantes. A digestão do ágar no trato intestinal é, assim, mais fácil e menor a acumulação de cinzas. Em produtos de baixo teor em açúcares, o ágar é um perfeito substituto das pectinas, uma vez que a força de gel das pectinas aumenta em presença de cálcio ou açúcares durante a dissolução (IBERAGAR, 2010).

O ágar, proveniente de algas, é muito utilizado na confecção de gelatinas por se tratar de um tipo de fibra que não é digerido e tem propriedade laxativa. A preparação de gelatina com ágar se solidifica mais rápido que a gelatina de origem proteica (origem animal) e mantém a consistência sólida em temperatura ambiente. Por isso está sendo muito utilizada em recheios de tortas, coberturas, glacês, merengues, confeitos e produtos enlatados de carne, em função de suas propriedades coloidais e geleificantes (ORNELLAS, 2006).

Outras aplicações industriais incluem adesivos e tintas. O ágar de média qualidade é empregado como substrato em meios de cultura bacteriológicos. Também são importantes na indústria médica e farmacêutica para a fabricação de supositórios, cápsulas e anticoagulantes. Os tipos mais purificados, ou seja, as frações neutras chamadas de agarose são usadas para separação em técnicas de biologia molecular (eletroforese, imunodifusão e cromatografia em gel) (CARDOZO *et al.*, 2007).

O alginato é um polissacarídeo presente nas paredes das algas pardas, sendo os gêneros *Laminaria* e *Sargassum* as que apresentam maiores teores. Este polissacarídeo é responsável pela rigidez e flexibilidade da parede celular, compreendendo aproximadamente 40% da matéria seca destes organismos (GARCIA-CRUZ; FOGGETTI e SILVA, 2008).

A gelificação do polissacarídeo é muito rápida e ocorre quando gotas de uma suspensão formada por células ou enzimas e alginato de sódio são misturadas com uma solução de íons formadores de gel, geralmente Ca^{2+} (MORENO-GARRIDO, 2008).

O uso de alginatos é amplo e pode ser aplicado como revestimento de alimentos para diminuir a oxidação, aumentando a vida de prateleira (PIZATO *et al.*, 2013), além disso, a indústria de alimentos utiliza em sorvetes, produtos lácteos e misturas para bolos. O alginato encontra aplicações também na indústria de bebidas, onde é utilizado para melhorar as características sensoriais destes produtos. Em cervejas estabiliza a espuma e na elaboração de sucos pode ser utilizado para manter os constituintes da mistura em suspensão (ALGINATOS, 2013).

A indústria têxtil utiliza o alginato para melhorar o desempenho das tintas utilizadas nos processos de impressão favorecendo a aderência e a deposição destes materiais sobre os tecidos. Na indústria de papel a adição de alginato permite que as propriedades para impressão destes materiais também melhorem. Aplicações inovadoras estão sendo estudadas como a produção de biofilmes para alimentos reestruturados, diminuindo a oxidação destes (ALGINATOS, 2013).

Os alginatos são conhecidos como indutores de resposta imune não específica a uma série de patógenos, e desta forma, capazes de fortalecer os sistemas de defesas naturais dos peixes a manejos estressores (BAGNI *et al.*, 2005). O ergosan® é um extrato obtido das macroalgas marinhas *Laminaria digitata* e *Ascophyllum nodosum*

rico em alginato muito utilizado na produção animal (SCHERING-PLOUGH Animal Health Corp, 2009).

OUTROS USOS

As macroalgas marinhas apresentam outras diversas aplicações para a indústria. Elas podem ser aplicadas como fertilizantes, no tratamento de efluentes, no desenvolvimento de novos cosméticos, biodiesel e ainda como controle de pragas na agricultura (McHUGH, 2003).

Redução dos impactos ambientais negativos associados à aquicultura atividades é fundamental para assegurar a sustentabilidade a longo prazo do setor. Uma solução é o aumento do uso de sistemas terrestres de recirculação de aquicultura (TROELL *et al.*, 2003). No entanto, a acumulação de resíduos nitrogenados é uma importante desvantagem de sistemas de recirculação, tais resíduos são normalmente excretados pelas espécies cultivadas na forma de amônia, e esta é extremamente tóxica aos organismos marinhos (RANDALL e WRIGHT, 1987; WOOD, 1958; WRIGHT, 1995; RANDALL e TSUI, 2002; THURSTON e RUSSO, 1983).

Visando solucionar este problema pesquisadores iniciaram a busca por biofiltros, e viram nas macroalgas um grande potencial, desde então elas começaram a ser estudadas e os resultados estão sendo surpreendentes. Várias pesquisas já demonstraram resultados positivos, como por exemplo, com as algas *Gracilariopsis bialinae*, a *Ulva rígida*, a *Sparus aurata*, a *Ulva lactuca* L, a *S. aurata*, a *Palmaria mollis*, a *Haliotis rufescens* e a *Haliotis tuberculata* (ALCANTARA *et al.*, 1999; RAMAZANOV e GARCIA-REINA, 1994; ELLNER *et al.*, 1996; EVANS e LANGDON, 2000; NEORI *et al.*, 1996, 1998, 2000, 2003). Todas elas apresentaram significativa redução de nitrogênio na água após filtração.

Outra aplicação das macroalgas é a sua utilização como fertilizantes na agricultura, elas são utilizadas como fertilizantes na agricultura há vários séculos, com destaque para as regiões litorâneas do hemisfério Norte. Entretanto, no século XX, somente nos anos 50 passaram a ser comercializadas com objetivos de melhorar a taxa de germinação de sementes, crescimento do sistema radicular, produção de flores, frutificação e indução de resistência a pragas e doenças, e estimular as respostas às condições de estresse, principalmente o hídrico (NORRIE, 2008).

Em alguns países, algumas espécies de algas são comercializadas com foco bioestimulante e fertilizante, na forma seca ou de extrato líquido. Sua ação permite o aumento da resistência das plantas a doenças, estresse hídrico e geadas (STADNIK, 2003). É possível citar as espécies *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp. e *Turbinaria* spp., utilizadas como bioestimulantes na agricultura (HONG *et al.*, 2007). A Comunidade Europeia faz uso frequente de produtos comerciais à base de extrato de algas para aplicações foliares ou no solo, em sistemas

orgânicos ou convencionais de produção (MASNY *et al.*, 2004).

As macroalgas possuem em sua composição, nutrientes, aminoácidos, vitaminas, citocininas, auxinas e ácido abscísico (ABA) que atuam como promotores do desenvolvimento vegetal (STIRK *et al.*, 2003). Algas marinhas possuem atividade direta na proteção vegetal contra fitopatógenos, e também promovem a produção de moléculas bioativas capazes de induzir a resistência nos vegetais (TALAMINI; STADNIK, 2004).

A espécie *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis é a mais pesquisada na agricultura (UGARTE *et al.*, 2006). Seu extrato possui a propriedade de estimular o crescimento vegetal devido à sua composição rica em macro e micronutrientes, carboidratos, aminoácidos e hormônios vegetais próprios da alga (ANASAC, 2006).

O uso de produtos comerciais à base de extrato de algas é frequente na Comunidade Europeia, sendo indicado inclusive para o sistema orgânico (MÓGOR *et al.*, 2008). No Brasil, o uso de extrato de algas é permitido como biofertilizante ou condicionador de solo, sendo também utilizado na alimentação de animais (MAPA, 1999). Seu uso como agente complexante em formulações fertilizantes é regulamentado pela Instrução Normativa 64 de 18/12/2008 (MAPA, 2008). Na agricultura, seu uso é indicado como biofertilizante, bioestimulante e/ou fitoprotetor, na forma seca ou de extrato líquido (STADNIK, 2005).

Silva (2011) verificou que a aplicação de extrato de alga *Ascophyllum nodosum*, promoveu aumento de produtividade nas cultivares de morango testadas sendo aplicadas via solo e foliar, as características físico-químicas também apresentaram um aumento significativo quando aplicado os extratos. Koyama *et al.* (2012), também relatam o potencial biofertilizante da *Ascophyllum nodosum* onde foi avaliado o efeito do extrato da alga no desenvolvimento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), onde verificou-se que a dose de 0,3% de extrato de alga em cultivo protegido e a campo, aplicados a cada quinze dias proporcionou o aumento da produção, sem alterar as características dos frutos e o crescimento vegetativo da planta.

Estudos apresentado por Silva *et al.* (2012), trabalhando com doses de *Ascophyllum nodosum* em mudas de couve-folha verificou que a aplicação de 3,80 mL. L⁻¹ do extrato apresentou um melhor desenvolvimento inicial das mudas de couve.

As macroalgas marinhas, por estarem sujeitas a numerosas interações biológicas e, por vezes, a condições abióticas extremas, desenvolveram, entre outros mecanismos de defesa, a capacidade de produzir substâncias biologicamente ativas. Assim, esses organismos produzem, principalmente, terpenos e fenóis. Entre outras, a atividade antifúngica, por sua importância na saúde humana e animal e na preservação de produtos agrícolas, tem sido objeto de diversos estudos.

Peres *et al.* (2012), verificaram a atuação de extratos de 10 diferentes espécies de algas sobre o

crescimento de 2 fungos o *Colletotrichum lagenarium* e *Aspergillus flavus*, onde os extratos de 6 das espécies estudadas inibiram o crescimento do *C. lagenarium*. Outro estudo que apresenta o potencial fitopatogênico das algas é o de Araújo, Peruch e Stadinik (2012), onde verificaram os efeitos dos extratos de alga *Ulva fasciata* para controlar alternariose causada por *Alternaria porri* em cebolinha (*Allium fistulosum*), percebeu-se que seu uso conjunto com argila silicatada auxiliara no controle da doença e no incremento da produtividade da cebolinha.

PERSPECTIVAS FUTURAS

As pesquisas com macroalgas devem ser intensificadas, a descoberta de novas espécies, o conhecimento da fisiologia, bioquímica e fitoquímica devem ser priorizados. A partir do momento em que a fisiologia é elucidada o cultivo é facilitado e desta maneira tem-se a possibilidade de explorar o recurso sem destruir os bancos naturais.

A produção de novos alimentos com nutrientes funcionais, principalmente para os humanos é uma questão em alta atualmente, e as algas tem esse potencial, pois suas características nutricionais são excelentes e se enquadram perfeitamente na busca atual, baixo teor de lipídios e elevado conteúdo de fibras e proteínas. As pesquisas ainda são poucas, contudo é uma linha de trabalho a ser explorada e dada a devida importância.

A produção animal tem procurado cada vez mais alimentos que melhorem o desempenho zootécnico e as algas tem se mostrado uma alternativa eficiente, inicialmente como fonte de cálcio e mais recentemente como fonte de proteínas e fibras.

Novos fármacos e agentes antimicrobianos estão sendo estudados, possivelmente no futuro tenhamos medicamentos com princípios ativos extraídos de algas marinhas, o biocombustível é um ramo em exploração, contudo as microalgas tem dominado esta linha.

A indústria de desenvolvimento de produtos alimentício para humanos é a mais promissora, a ausência de produtos práticos a base de algas são escassos ou inexistentes, e tem todo um mercado a espera dos benefícios das macroalgas, portanto é importante os avanços neste ramo.

CONCLUSÕES

O litoral brasileiro apresenta uma grande diversidade de macroalgas, e poucas são as pesquisas com relação ao potencial destes vegetais marinhos. As aplicações são diversas, áreas diferentes podem vir a utilizar os benefícios das algas.

A produção de cosméticos, a utilização nas indústrias químicas para retirada dos ficolóides já são uma realidade, contudo diversos setores ainda exploram pouco as algas marinhas, como é o caso de alimentício, são restritos aqui no Brasil os produtos de algas.

As ciências agrárias vêm se destacando e tem estudado a utilização das algas para a produção animal, seja no intuito de melhorar o produto final, ou no desempenho do rebanho. A agronomia também tem buscado no mar novas fontes de compostos bioativos capazes de inibir pragas e doenças que acometem diversos cultivos.

Portanto, as algas possuem um potencial enorme que é subexplorado no Brasil, pesquisas de cultivo de outras algas, fora a Gracilária devem ser realizados para que se possa utilizar todos os recursos que a natureza disponibiliza, de forma correta e sem agressão ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHN, C.B.; JEON, Y.J.; KANG, D.S.; SHIN, T.S.; JUNG, B.M. Free radical scavenging activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Scytosiphon lomentaria* by electron spin resonance spectrometry. **Food Research International**, v. 37, p. 253-258, 2004.
- ALCANTARA, L.B., CALUMPONG, H.P., MARTINEZ-GOS, M.R., MENEZ, E.G., ISRAEL, A. Comparison of the performance of the agarophyte, *Gracilaria bilaine*, and the milkfish, *Chanos chanos*, in mono- and bi-culture. **Hydrob.** 398/399, 443-453, 1999.
- ALGAS VERDES (2012). **Algas verdes: o que caracteriza?** Disponível em: <<http://www.dbi.uem.br/algas-verdes.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2013.
- ALGINATOS. OS ALGINATOS E SUAS MÚLTIPLAS APLICAÇÕES. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, v. 26, p.34-39, 2013. Disponível em: <www.revista-fi.com>. Acesso em: 21 out. 2013.
- ALLEN, Michael J.; JASPARS, Marcel. Realizing the potential of marine biotechnology CHALLENGES & OPPORTUNITIES. **Industrial Biotechnology**, Estados Unidos, v. 5, n. 77, p.77-83, out. 2009.
- ALVES-FILHO, F. M.; SANTOS, L. D. Dos; MEURER, F. Alga marrom (*Ascophyllum nodosum*) para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p.121-125, dez. 2011.
- ANASAC- Agrícola Nacional. In: MARTINS, D. A.. **Uso de extratos à base de algas para controlar a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e a ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) do feijoeiro**. 41f. Monografia de conclusão - Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- ANVISA (2008). **Lista dos Novos Alimentos aprovados**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/novos_alimentos.htm>. Acesso em: 25 ago. 2013.
- ARAÚJO, I. B.; PERUCH, L. A. M.; STADNIK, M. J. Efeito do extrato de alga e da argila silicatada na severidade da alternariose e na produtividade da cebolinha comum (*Allium fistulosum* L.). **Tropical Plant Pathology**, Brasil, v. 37, n. 5, p.363-367, out. 2012.
- ARMISEN R. World-wide use and importance of *Gracilaria*. **Jour. of App. Phyc.**, v. 7, n. 1, p. 231-243, 1995.
- ASGHAR, A., GRAY, J. I., BOOREN, A. M., GOMAA, E. A., ABOUZIED, M. M., MILLER, E. R., et al. Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of tocopherol in the muscle and on pork quality. **Jour. of the Sci. of Food and Agric.**, 57(1), 31-41, 1991.
- ASSOUMANI, M.B. Aquamin, a natural calcium supplement derived from seaweed. **Agro Food Industry Hi-Tech** (September/October): 45-47, 1997.
- BAGNI, M.; ROMANO, N.; FINOIA, M. G.; ABELLI, L.; SCAPIGLIATI, G.; ISCAR, P. G.; SARTI, M.; MARINO, G. Short and long term effects of a dietary yeast β -glucan (Macrogard) and alginic acid (Ergosan) preparation on immune response in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Fish & Shellfish Immunology**, v.18, n. 4, p. 311-325, 2005.
- BENJAMA, Ommee; MASNIYOM, Payap. Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. **Songklanakarinn J. Sci. Technol.**, Songkla, n. , p.575-583, out. 2011.
- BERBERIAN, A. AND O. LENCI. 1983. **Emprego do suplemento mineral de alga LC-325 como nutriente de cavalos**. Palestra proferida na semana do cavalo. Brasília, DF.
- CALADO, C. M. B.; PIRES, V. C. F.; SANTOS, K. M. de A. Dos.; ALBUQUERQUE, A. P.; FLORENTINO, E. R. Algas comestíveis: comparação nutricional entre espécies de gracilária (*G. cornea* e *G. domingensis*) de ocorrências no litoral nordestino. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2011, Campina Grande. **Trabalho**. Campina Grande: Realize, 2011. p. 20 - 28.
- CAMPO, V.L.; KAWANO, D.F.; DA SILVA, J.R.; CARVALHO, I. Carrageenans: biological properties, chemical modifications and structural analysis - a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 77, p. 167-180, 2009.

- CARDOZO, K.H.M.; GUARATINI, T.; BARROS, M.P.; FALCÃO, V.R.; TONON, A.P.; LOPES, N.P. Metabolites from algae with economical impact. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 146, p. 60-78, 2007.
- CARLOS, A. C.; SAKOMURA, N. K.; PINHEIRO, S. R. F.; TOLEDANO, F. M. M.; GIACOMETTI, R.; JÚNIOR, J. W. S. Use of algae *Lithothamnium calcareum* as alternative source of calcium in diets for broiler chickens. **Ciênc. e Agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 4, p.121-125, ago. 2011.
- CARNEIRO, J. G.; CAVALCANTE, A. B. D.; TEIXEIRA, D. M. A.; PEREIRA, I. K. D.; CARNEIRO, M.A.; BARBOSA, M.C.F. Potencial nutricional das algas vermelhas *Hypnea musciformis* e *Solieria filiformis*: Análises da composição centesimal. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Trabalho de Congresso**. Palmas: Propi, 2012. p. 1 - 5. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1227/1765>>. Acesso em: 23 ago. 2013.
- CEDRO, T. M. M.; CALIXTO, L. F. L.; GASPAR, A. Proporções entre ácidos graxos poliinsaturados em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3. **Ciênc. Rur.**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p.706-711, abr. 2011.
- CHANDINI, S. K., GANESAN, P., & BHASKAR, N. In vitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. **Food Chemistry**, 107(2), 707–713, 2008.
- COSTA NETO, J. M.; TEXEIRA, R. G.; SÁ, M. J. C.; LIMA, A. E.; JACINTO-ARAGÃO, G. S.; TEXEIRA, M. W.; FILHO, E. F. M.; TORÍBIO, J. M. M. L.; AZEVEDO, A. S. Farinha de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) como suplemento mineral na cicatrização óssea de auto enxerto cortical de cães. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.11, n. 1, p. 217 – 230, 2010.
- DARCY-VRILLON, B. Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. **International Journal of Food Science and Nutrition**, 44, p. 23–35. 1993.
- DAWCZYNSKI, C.; SCHUBERT, R.; JAHREIS, G. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. **Food Chem** 103: 891-899. 2007.
- DENIS, C., MASSÉ, A., FLEURENCE, J., & JAOUEN, P. Concentration and pre purification with ultrafiltration of a R-phycoerythrin solution extracted from macro-algae *Grateloupia turuturu*: process definition and up-scaling. **Separation and Purification Technology**, 69, 37-42, 2010.
- DUBBER, D.; HARDER, T. Extracts of *Ceramium rubrum*, *Mastocarpus stellatus* and *Laminaria digitata* inhibit growth of marine and fish pathogenic bacteria at ecologically realistic concentrations. **Aquac.**, v. 274, n. 1, p. 196-200, 2008.
- ELLNER, S., NEORI, A., KROM, M.D., TSAI, K., EASTERLING, M.R. Simulation model of recirculating mariculture with seaweed biofilter: development and experimental test of model. **Aquac.** 143, 167–184, 1996.
- EVANS, F., LANGDON, C.J. Co-culture of dulce *Palmaria mollis* and red abalone *Haliotis rufescens* under limited flow conditions. **Aquac.** 185, 137–158, 2000.
- FAO. **Aquatic Plants – Seaweeds**. Suíça, 2008. 3 p.
- FARIA, ANA SOFIA QUERIDO. **Avaliação do efeito da adição de extratos de algas (alga *Porphyra umbilicalis* e alga *Laminaria japonica*) na estabilidade de azeite aromatizado**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Leira, 2012.
- FERRARIO, M.; SAR, E. **Macroalgas de interesse econômico. Cultivo, manejo, industrialización**. Editorial de La Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 296p. 1996.
- FLEURENCE, J.; MORANÇAS, M.; DUMAY, J.; DECOTTIGNIES, P.; TURPIN, V.; MUNIER, M.; GARCIA-BUENO, N.; JAOUEN, P. What are the prospects for using seaweed in human nutrition and for marine animals raised through aquaculture? **Trends In Food Science & Technology**, Estados Unidos, v. 27, n. , p.57-61, 2012.
- FLEURENCE, J. Seaweed proteins: biochemical nutritional aspects and potential uses. **Trends in Food Science and Technology**. 10, 25–28. 1999.
- FRIKHA, F.; KAMMOUN, M.; HAMMAMI, N.; MCHIRGUI, R.A.; BELBAHRI, L.; GARGOURI, Y.; MILED, N.; BEN-REBAH, F. Chemical composition and some biological activities of marine algae collected in Tunisia. **Cienc. Mar**, Ensenada, v. 32, n. 2, p.113-124, 2011.
- GALLAND-IRMOULI, A. V., FLEURENCE, J., LAMGHARI, R., LUCON, M., ROUXEL, C., BARBAROUX, O. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmata* (Dulse). **Journal of Nutritional Biochemistry**, 10, 353-359, 1999.
- GARCIA, F.; ABIMORAD, E. G.; ONAKA, E. M. Desempenho produtivo de tilápias alimentadas com

- suplemento alimentar à base de algas. **Bioikos**, Campinas, v. 23, n. 2, p.83-89, dez. 2009.
- GARCIA-CRUZ, C.H.; FOGGETTI, U.; SILVA, A.N. Alginato Bacteriano: Aspectos tecnológicos, características e produção. **Química Nova**, vol. 31, nº 7, p. 1800-1806, 2008.
- GOETZ, P. Phytothérapie de l'ostéoporose. **Phytothérapie**, Uberlândia, v.6, n.1, p.33-34, 2008.
- GUPTA, S., & ABU-GHANNAM, N. Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 12(4), 600–609, 2011.
- HALLSSON, S. V. **THE USES OF SEAWEEDS IN ICELAND**. Fourth International Seaweed Symposium, France, 1961.
- HONG, D. D.; HIEN, H. M.; SON, P. N. **Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer**. *Journal of Applied Phycology*, v. 19, n. 6, p. 817-826, 2007.
- HOSAKAWA, M., BHASKAR, N., SASHIMA, T., & MIYASHITA, K. Fucoxanthin as a bioactive and nutritionally beneficial marine carotenoid: A review. **Carotenoid Science**, 10(1), 15–28, 2006.
- IBERAGAR. Agar-Agar PODEROSO ESPESSANTE E GELIFICANTE NATURAL. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, v. 14, n. , p.49-50, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/146.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2013.
- JAPANESE FOOD (2011). Aonori. Disponível em: www.japanesefooddictionary.blogspot.com.br/2011/07/aonori.html. Acesso em: 12 set 2013.
- JAPANESE GLOSSARY(2013). **SEA VEGETABLES**. Disponível em: <http://www.eat-japan.com/index.php?option=com_glossary&task=showterms&Itemid=47&catid=39>. Acesso em: 25 ago. 2013.
- JUNGWIRTH, J. (2010). **Seaweeds and human health**. Disponível em: www.naturespiritherbs.com/Seaweeds_and_Human_Health.pdf. Acesso em: 13 set 2013.
- KAJIMA, Shizuko; S.CRUZ, Wanise M. de; ANDRADE, Camila F.. UTILIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE ÁGAR-ÁGAR EM DIETOTERAPIA. **Nutrire**, São Paulo, v. 38, n. , p.260-260, out. 2013.
- KAPOOR, A.; VIRARAGHAVAN, T.. Removal of heavy metals from aqueous solutions using immobilized fungal biomass in continuous mode. **Bioresource Technology**, Canadá, v. 32, n. 6, p.1968-1977, 14 jun. 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004313549700417X>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- KHAN, M. I., ARSHAD, M. S., ANJUM, F. M., SAMEEN, A., UR-REHMAN, A., & GILL, W. T. Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages. **Food Research International**, 44(10), 3125–3133, 2011.
- KOYAMA, R.; BETTONI, M. M.; RODER, C.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R.; MÓGOR, A. F. Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 55, n. 4, p. 282-287, out./dez. 2012.
- KUMARI, P., KUMAR, M., GUPTA, V., REDDY, C.R.K. JHA, B. Tropical marine macroalgae as potential sources of nutritionally important PUFAs. **Food Chemistry**. 120, 749–757. 2010.
- LEE, S. B., LEE, J. Y., SONG, D-G., PAN, C.-H., NHO, C. W., KIM, M. C. Cancer chemopreventive effects of Korean seaweed extracts. **Food Science and Biotechnology**, 17(3), 613–622, 2008.
- MABEAU, S. FLEURENCE, J. Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects. **Trends in Food Science and Technology**. 4, 103–107, 1993.
- MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 64**, 18 dez. 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 19 ago. 2009.
- MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 7**, de 17 de maio de 1999.
- MARFAING, Hélène (2011). **EU market opportunities for seaweed in food and nutritional products**. Disponível em: <http://www.seaweedforhealth.org/>. Acesso em: 16 ago. 2013.
- MARINHO-SORIANO, E.; PINTO, E.; YOKOYA, N. S.; COLEPICCOLO, P.; TEXEIRA, V. L.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. . Frontiers on algae bioactive compounds. **Brazilian Journal Of Pharmacognosy**, Rio de Janeiro, n. , p.1-1, abr. 2011.
- MATSUKAWA, R.; DUBINSKY, Z.; KISHIMOTO, E.; MASAKI, K.; MASUDA, Y.; TAKEUCHI, T. A comparison of screening methods for antioxidant activity

- in seaweeds. **Journal of Applied Phycology**, v. 9, n. 1, p. 29-35, 1997.
- MORENO-GARRIDO, I. Microalgae immobilization: Current techniques and uses. **Bioresource Technology**, v.99, 2008. P. 3949-3964
- MORONEY, N.C. et al. Addition of seaweed (*Laminaria digitata*) extracts containing laminarin and fucoidan to porcine diets: Influence on the quality and shelf-life of fresh pork. **Meat Science**, Estados Unidos, v. 92, n. , p.423-429, 2012.
- MASNY, A.; BASAK, A.; ZURAWICZ, E. Effects of foliar application of Kelpak SL and Goemar BM 86 preparations on yield and fruit quality in two strawberry cultivars. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 12, p. 23-27, 2004.
- MATSURI (2010). Disponível em: www.matsuri-restaurant.com/food/sides/seaweed.php. Acessado em 13 de ago de 2013.
- MAURÍCIO A.; JACINTO, L.; SERÔDIO, L.; CLEMENTE, M. As algas na nossa alimentação. **Ciências da natureza**. p.1-10, 2011.
- MCARTAIN, P., GILL, C.I., BROOKS, M., CAMPBELL, R.; ROWLAND, I.R. Nutritional value of edible seaweeds. **Nutrition Reviews**, 65, 2007. p. 535-543.
- McHugh, D.J. **A guide to the seaweed industry**. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations, FAO Fisheries Technical Paper 441, 111 p., 2003.
- MELO, T.V.; MENDONÇA, P.P.; MOURA, A.M.A.; LOMBARDI, C.T.; FERREIRA, R.A.; NERY, V.L.H. Solubilidade in vitro de algumas fontes de cálcio utilizadas em alimentação animal. **Archivos de zootecnia, Cordoba**, v.55, n 211, p. 297-300, 2006.
- MENDEZ, L. T. **Guia de Biodiversidad: Macrofaunas y Algas Marinas**. CREA, v.1, nº 4 2002.
- MÓGOR, A. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MÓGOR, G. **Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro**. Scientia Agraria, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 431-437, 2008.
- MOTA, Natana Sá. **Valor nutricional das macroalgas marinhas *Ulva fasciata*, *Gracilaria cornea* e *Sargassum vulgare*, coletadas no litoral da bahia, brasil**. 2011. 124 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- NAGAI, T., & YUKIMOTO, T. Preparation and functional properties of beverages made from sea algae. **Food Chemistry**, 81(3), 327–332, 2003.
- NEORI, A., KROM, M.D., ELLENR, S.P., BOYD, C.E., POPPER, D., RABIONOVITCH, R., DAVISON, P.J., DVIR, O., ZUBER, D., UCKO, M., ANGEL, D., GORDEN, H. Seaweed biofilters as regulators of water quality in integrated fish-seaweed culture units. **Aquac.** 141, 183–199, 1996.
- NEORI, A., RAGG, N.L.C., SHPIGEL, M. The integrated culture of abalone, seaweed, fish and clams in a modular intensive land-based system: II performance and nitrogen partitioning within an abalone (*Haliotis tuberculata*) and macroalgae culture system. **Aquac. Eng.** 17, 215–239, 1998.
- NEORI, A., SHPIGEL, M., BEN-EZRA, D. A sustainable integrated system for culture of fish, seaweed and abalone. **Aquac.** 186, 279–291, 2000.
- NEORI, A., MSUYA, F.E., SHAULI, L., SCHEUNHOFF, A., KOPEL, F., SHPIGEL, M. A novel three-stage seaweed (*Ulva lactuca*) biofilter design for integrated mariculture. **J. Appl. Phycol.** 15, 543–553, 2003.
- NOGUCHI, T., MATSUI, T., MIYAZAWA, K., ASAKAWA, M., IJIMA, N., SHIDA, Y. Poisoning by the red alga “Ogonori” (*Gracilaria verrucosa*) on the Nojima coast Yokohama, Kanagawa Prefecture, **Japan. Toxicol.** 32, 1533-1538, 1994.
- NORRIE, J. **Advances in the use of *Ascophyllum nodosum* seaplant extracts for crop production**. Laboratory and Field Research. Acadian Seaplants Ltd., Dartmouth, Nova Scotia, Canada. 2008. Disponível em: <<http://www.fluidfertilizer.com/>>. Acesso em: 14.set.2013.
- O'DOHERTY, J. V., DILLON, S., FIGAT, S., CALLAN, J. J., & SWEENEY, T. The effects of lactose inclusion and seaweed extract derived from *Laminaria* spp. on performance, digestibility of diet components and microbial populations in newly weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 157(3–4), 173–180, 2010.
- OLIVEIRA, E.C. Algas marinhas: um recurso ainda pouco explorado pelo Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 6, n. 7, p. 24-26, 1997.
- ORNELLAS, L. H. **Técnica e dietética, seleção e preparo de alimentos**. Editora Atheneu. São Paulo, 8ª edição, 296p., 2006.

- PATARRA, A.R.F. Pesquisa de Ácidos Gordos em macroalgas marinhas do litoral dos Açores. **Dissertação de mestrado**. Universidade do Porto, 2008.
- PEREIRA, R. T. L.; PAULA, E. J. de. Cultivo de Algas - Da "Marinomia" à Maricultura da Alga Exótica, *Kappaphycus alvarezii* para produção de carragenanas no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, n. 48, p.78-85, 13 jul. 1998. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/48/ALGAS.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2013.
- PERES, J. C. F.; CARVALHO, L. R.; GONZALEZ, E.; BERIAN, L. O. S.; FELICIO, J. D. **Avaliação de atividade antifúngica de extratos de macroalgas marinhas**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 36, n. 3, p. 294-299, maio/jun., 2012.
- PIRES, V. C. F.; CALADO, C. M. B.; SANTOS, K. M. de A. Dos.; ALBUQUERQUE, A. P.; FLORENTINO, E. R. Caracterização físico-química da macroalga *Gracilaria domingensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52., 2012, Recife. **Trabalho**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 2012. v. 1, p. 1 - 1. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/10/1493-13804.html>>. Acesso em: 14 out. 2013.
- PIZATO, S.; Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p.253-265, jan. 2013.
- PLAZA, M., CIFUENTES, A., & IBANEZ, E. In the search of new functional food ingredients from algae. **Trends Food Science and Technology**, 19, 31, 2008.
- PRABHASANKAR, P.; GANESAN, P.; BHASKAR, N.; HIROSE, A.; STEPHEN, N.; GOWDA, L. R.; HOSOKAWA, M.; MIYASHITA, K. Edible Japanese seaweed, wakame (*Undaria pinnatifida*) as an ingredient in pasta: Chemical, functional and structural evaluation. **Food Chemistry**, Canadá, v. 115, p.501-508, 2009.
- RAMAZANOV, M.J.D.R., GARCIA-REINA, G. Optimization of yield and biofiltering efficiencies of *Ulva rigida* C. Ag. cultivated in *Sparus aurata* L. waste waters. **Sci. Mar.** 58, 329–335, 1994.
- RANDALL, D.J., TSUI, T.K.N. Ammonia toxicity in fish. **Mar. Pollut. Bull.** 45, 17–23, 2002.
- RANDALL, D.J., WRIGHT, P.A. Ammonia distribution and excretion in fish. **Fish Physiol. Biochem.** 3, 107–120, 1987.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. (1996). **Algas verdes, vermelhas e pardas**. Disponível em: <http://www.cienciasbiologicas.hpg.ig.com.br/algasciano.htm>. Acesso em 27 ago 2013.
- ROCHA, H.A.O.; ALVES, L.G.; LEITE, E.L. **Aproveitamento integral de algas marinhas** (Capítulo 4.10 – p. 454-463). In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo, SP: Atheneu, 608 p., 2011.
- ROCHA, F.D.; PEREIRA, R.C.; KAPLAN, M.A.C.; TEIXEIRA, V.L. Produtos naturais de algas marinhas e seu potencial antioxidante. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p. 631-639, 2007.
- RUPÉREZ, P. Mineral content of edible marine seaweeds. **Food Chemistry**. 79, 23–26. 2002.
- RUPÉREZ, Pilar; GÓMEZ-ORDÓÑEZ, Eva; JIMÉNEZ-ESCRIG, Antonio. Dietary fibre and physicochemical properties of several edible seaweeds from the northwestern Spanish coast. **Food Research International**, Estados Unidos, n. , p.2289-2294, 2010.
- SÁNCHEZ-MACHADO, D.I., LÓPEZ-HERNÁNDEZ, J. E PASEIRO- LOSADA, P. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. **Food Chemistry**. 85, 439–444, 2004.
- SANTOS, F. L.; LIMA-ARAÚJO, K. G. de; ROCHA-LEÃO, M. H. M. da.; SANTOS, B. N. C; ANDRADE, C. T. Composição centesimal da alga *Kappaphycus alvarezii*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FICOLOGIA, 14., 2012, João Pessoa. **Trabalho de Congresso**. João Pessoa: SBFIC, 2012. p. 1 - 5.
- SCHERING-PLOUGH Animal Health Corp. **Aquaculture Centre**, 556 Morris Ave Summit NJ 07901 USA. Disponível em: <<http://www.spaquaculture.com>>. Acesso em: 20 out. 2013.
- SEAFOOD+. (2008). **Seafoodplus**. Disponível em: www.seafoodplus.org/fileadmin/files/news/2004-01-22SFRTD1launchBrussels.pdf. Acesso em 12 set. 2013.
- SEAWEED SOLUTION (2010). **What you need to know about this product**. Disponível em: www.stores.theseaweedssolution.com/StoreFront.bok. Acessado em: 15 set de 2013.
- SILVA, T. P. Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba – PR, 2011.

- SILVA, C. P.; GARCIA, K. G. V.; SILVA, R. M.; OLIVEIRA, L. A. A.; TOSTA, M. S. Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extratos de algas (*Ascophyllum nodosum*). **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró - RN, v.6, n.1, p. 07 – 11, 2012.
- SOARES, L. P.; FUJII, M. T. Novas ocorrências de macroalgas marinhas bentônicas no estado de Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, n.3, p.557-570, 20 jul. 2012.
- SOUSA, ANA MARGARIDA MOREIRA DE. **Aplicação de biopolímeros extraídos de algas na produção de embalagens biodegradáveis**. 2008. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, Portugal, 2008.
- STADNIK, M. J. **Uso potencial de algas no controle de doenças de plantas**. In: VIII Reunião de controle biológico de fitopatógenos, Cepec, Ilhéus, p. 70-74. 2003.
- STADNIK, M. J. **Potencial biotecnológico de algas para uso agrícola**. Oficina de trabalho potencial biotecnológico das macroalgas marinhas. Angra dos Reis, RJ, 2005, p. 13.
- STIRK, W. A., NOVAK, M. S., VAN STADEN, J. **Cytokinins in macroalgae**. **Plant Growth Regulation**, n. 41, 2003, p. 13–24.
- TABARSA, M. REZAEI, M. RAMEZANPOUR, Z. ROBERTWAALAND. J. Chemical compositions of the marine algae *Gracilaria salicornia* (Rhodophyta) and *Ulva lactuca* (Chlorophyta) as a potential food source. **Journal Science Food Agriculture**, 2012.
- TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. **Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas**. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, cap. 3, 2004, p.45-62.
- TEIXEIRA, Valéria L.. Produtos Naturais de Algas Marinhas Bentônicas. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 26, n. , p.343-362, 2013. Disponível em: <<http://www.uff.br/rvq>>. Acesso em: 22 out. 2013.
- THURSTON, R.V.; RUSSO, R.C. Acute toxicity of ammonia to rainbow trout. T. **Am. Fish. Soc.** 112, 696–704, 1983.
- TROELL, M., HALLING, C., NEORI, A., CHOPIN, T., BUSCHMANN, A.H., KAUTSKY, N., YARISH, C. Integrated mariculture: asking the right questions. **Aquac.** 226, 69–90, 2003.
- UGARTE, R. A.; SHARP, G.; MOORE, B. **Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada**. **Journal of Applied Phycology**, v. 18, n. 3-5, p. 351-359, 2006.
- VAN GINNEKEN, V. J.T.; HELSPER, J.P.F.G.; VISSER, W. DE; KEULEN, H. VAN; BRANDENBURG, W.A. Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas. **Lipids In Health And Disease**, Estados Unidos, n. , p.1-8, set. 2011. Disponível em: <http://www.lipidworld.com/content/10/1/104>>. Acesso em: 23 set. 2013.
- VIDOTTI, E.C.; ROLLEMBERG, M.C.E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à biorremediação e à química analítica. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p.139-145, 2004.
- YAMASAKI, M.; OGURA, K.; HASHIMOTO, W.; MIKAMI, B.; MURATA, K. A structural basis for depolymerization of alginate by polysaccharide lyase family-7. **Journal of Molecular Biology**, v. 352, p. 11-21, 2005.
- YAN, G.; VIRARAGHAVAN, T. Heavy metal removal in a biosorption column by immobilized *M. rouxii* biomass. **Bioresource Technology**, Canadá, v. 78, n. 3, p.243-249, 10 jul. 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852401000207>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- WOOD, J.D. Nitrogen excretion in some marine teleosts. **Biochem. Cell Biol.** 36,1237–1242, 1958.
- WRIGHT, P.A. Nitrogen excretion: three end products, main physiological roles. **J. Exp. Biol.** 198, 273–281, 1995.
- TOLDRÁ, F. & REIG, M. Innovations for healthier processed meats. **Trends in Food Science and Technology**, 22(9), 517–522, 2011.
- ZHOU, G.F.; SUN, Y.; XIN, H.; ZHANG, Y.; LI, Z.; XU, Z. “In vivo” antitumor and immunomodulation activities of different molecular weight lambda-carrageenans from *Chondrus Ocellatus*. **Pharmac. Res.**, v. 50, p. 47-53, 2004.
- ZHOU, G.F.; XIN, H.; SHENG, W.; SUN, Y.; LI, Z.; XU, Z. “In vivo” growth-inhibition of S180 tumor by mixture of %-Fu and low molecular lambda-carrageenan from *Chondrus Ocellatus*. **Pharmac. Res.**, v. 51, p. 153-157, 2005.
- ZUBIA, M., FABRE, M. S., KERJEAN, V., LANN, K. L., STIGER-POUVREAU, V., FAUCHON, M., et al. Antioxidant and antitumoural activities of some Phaeophyta from Brittany coasts. **Food Chem.**, 116(3), 693–701, 2009.