

MACROALGAS MARINHAS COMESTÍVEIS: TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Natana Sá Mota¹; Tamiris Vilas Boas Figueiredo¹; Bruna Aparecida Souza Machado²; Janice Izabel Druzian¹

¹Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, BA, Brasil. (natanasamota@yahoo.com.br)

²SENAI CIMATEC, Faculdade de Tecnologia, Salvador, BA, Brasil.

Rec.: 06.11.2011. Ace.: 30.06.2014

RESUMO

As macroalgas marinhas são aplicadas como indicadoras de poluição e restauradoras de sistemas aquáticos, uso como "reagentes químicos" em processos de pré-concentração na Química Analítica e, também, têm sido utilizadas como fertilizantes e ração para animais, considerando que o valor das algas destinadas à alimentação é maior que o daquelas utilizadas para a obtenção de produtos industriais, e que seu conteúdo em nutrientes é alto, as macroalgas representam uma fonte mundial de alimentos. Neste contexto, este trabalho visa levantar patentes e publicações científicas em bases de dados específicas voltadas para a aplicação de macroalgas comestíveis na nutrição humana e animal. Dentre as produções científicas buscadas, predominam aquelas relacionados à área de alimentos referem-se à descoberta/comprovação de propriedades antioxidantes e da composição lipídica das macroalgas. Há, também, um baixo percentual de aplicação de patentes na área de alimentos englobando alimentação humana e animal.

Palavras chave: Macroalgas. Alimentação. Patentes. Produções Científicas.

ABSTRACT

The seaweeds are used as indicators of pollution and restoring water systems, use as "chemical reagents" in the pre-concentration in Analytical Chemistry, and also have been used as fertilizer and animal feed, as the value of algae for food is greater than those used to obtain industrial products, and that its content is high in nutrients, the seaweeds are a source of food worldwide. In this context, this paper aims to map patents and scientific publications in specific databases focused on the application of edible seaweeds to human and animal nutrition. Among the productions, most are related to foods focusing discovery / verification of antioxidant properties and lipid composition of macroalgae. There is also a low percentage of patent applications in the food area covering food and feed.

Keywords: Macroalgae. Feed. Patents. Scientific Production.

Área tecnológica: Tecnologia de Alimentos

INTRODUÇÃO

Macroalgas marinhas são organismos vivos pluricelulares, eucariontes e que são capazes de produzir seu próprio alimento (VIDOTTI et al., 2004).

Nos países asiáticos, o consumo de macroalgas marinhas é tradicional e a exploração comercial envolve indústrias dos mais diversos setores (têxtil, de medicamento, de cosmético e, principalmente, alimentício), gerando benefícios para a saúde da população e para a economia, respectivamente. Por outro lado, no Ocidente a exploração e o consumo de macroalgas marinhas ainda são pouco pronunciados, sendo a atividade principal a extração de ficocolóides (WONG et al., 2000; WIKFORS et al., 2001; SILVA et al., 2002; YOSHIMURA, 2006).

Cerca de 4 milhões de toneladas de macroalgas são colhidas, anualmente, em todo o mundo, sendo que no ano de 1998 a produção alcançou cerca de 9,5 milhões de toneladas e rendeu quase 6 bilhões de dólares para as indústrias (YOSHIMURA, 2006; VIDOTTI et al., 2004; WIKFORS et al., 2001).

Estima-se que o investimento do Brasil em macroalgas marinhas não atinja 10 milhões de dólares anuais, sendo que 80% deste total correspondem ao valor das importações de algas e produtos derivados e o restante, menos de 2 milhões de dólares, corresponde à produção nacional (OLIVEIRA et al., 1998, apud YOSHIMURA, 2006).

No tocante à exploração de espécies com fins comerciais, a atividade de maior porte no Brasil corresponde à colheita de algas vermelhas (*Gracilaria* e *Hypnea*) no litoral do nordeste, principalmente na costa entre os estados do Ceará e da Paraíba (VIDOTTI et al., 2004).

No litoral baiano, as espécies de macroalgas vermelhas *Gracilaria cornea* e *G. domingensis* foram identificadas como economicamente importantes e com alto potencial para cultivo, sendo a primeira, a melhor espécie para o sistema testado (ACCIOLY et al., 2002; ACCIOLY, 2004 apud YOSHIMURA, 2006).

A biomassa algal para os mais diversos usos pode ser proveniente de bancos naturais, com a colheita realizada diretamente nos bancos ou nas praias (no caso das algas arribadas), e proveniente de cultivos (WIKFORS et al., 2001; YOSHIMURA, 2006).

Muitas rodofíceas (algas vermelhas) são utilizadas comercialmente para a alimentação humana e animal, para a extração do ágar (fabricação de gomas, laxantes, meio de cultura para bactérias) e para a extração da carragenana (uso em laticínios, embutidos, na fabricação de gelatinas e geléias, como espessante em sopas e molhos e como substituto não calórico do amido e gordura). Também são aplicadas nas indústrias de tintas, têxteis, de perfumes e farmacêuticas (produtos anticoagulantes e antiinflamatórios) (VIDOTTI et al., 2004).

As algas pardas são utilizadas na alimentação humana e também como fertilizantes, sendo importante fonte de ácidos algínicos, os quais são também utilizados na farmacologia em pomadas e suspensões. Algumas algas verdes apresentam, ainda, propriedades larvicidas (VIDOTTI et al., 2004).

Outras aplicações das macroalgas marinhas são: uso como indicador de poluição dos sistemas aquáticos, atestando a qualidade dos mesmos; uso como restaurador dos sistemas aquáticos, pois são capazes de retirar elementos químicos do meio aquoso; uso como “reagentes químicos”, em processos de pré-concentração na Química Analítica. Em menor escala, de macroalgas para outros fins, como fertilizantes e ração para animais (VIDOTTI et al., 2004; YOSHIMURA, 2006).

Considerando que o valor das algas destinadas à alimentação é seis vezes maior do que o daquelas utilizadas para a obtenção de produtos industriais, e que seu conteúdo em nutrientes é alto, se propõe que as macroalgas sejam uma ótima fonte mundial de alimentos, ainda que se encontre por explorar (JIMÉNEZ-ESCRIG et al., 1999).

Desse modo, o presente trabalho tem por objetivo fazer o levantamento de patentes, artigos científicos, teses e dissertações em bases específicas, voltadas para a aplicação de macroalgas comestíveis na nutrição humana e animal, identificando as lacunas que possibilitarão o depósito de novas patentes.

As algas utilizadas como alimentos são macroalgas bênticas, talófitas, que apresentam um aparato vegetativo unicelular ou pluricelular, sem órgãos diferenciais (JIMÉNEZ-ESCRIG et al., 1999).

As algas comestíveis mais comuns são as algas vermelhas do gênero *Porphyra* (nome japonês: Nori), as algas verdes (nome japonês: Ao Nori) e as algas pardas do gênero *Laminaria* (nome japonês: Konbu), *Hizika fusiformis* (nome japonês: Hiziki) e *Undaria pinnatifida* (nome japonês: Wakame) (JIMÉNEZ-ESCRIG et al., 1999).

As algas vermelhas dos gêneros *Palmaria*, *Gracilaria*, *Gelidium* e *Euclima* estão também entre as maiores macroalgas marinhas comestíveis (McLACHLAN et al., 1972 apud NORZIAH et al., 2000).

A composição química das macroalgas marinhas varia de acordo com a espécie, habitat, maturidade e condições ambientais e, em grande parte, determina o sabor desses vegetais. Os aminoácidos livres presentes nas algas são os principais responsáveis desta característica organoléptica (JIMÉNEZ-ESCRIG et al., 1999; WONG et al., 2000; NORZIAH et al., 2000).

O valor nutricional dos alimentos é primariamente determinado por seu conteúdo em proteínas e em carboidratos (ou lipídeos) e desde que contenham elevados teores de proteínas e carboidratos, as algas podem ser consideradas como uma fonte potencial de nutriente (RAO, 1965; SCHÖNFELD-LEBER, 1979; HARVEY, 1988; MABEAU et al., 1992 apud BENEVIDES et al., 1998).

De acordo com a sua composição química, em geral, as macroalgas marinhas são alimentos hipocalóricos, ricos em proteína, carboidrato (polissacarídeos diferentes do amido – ficocolóides) e fibras. Apesar de possuírem baixo teor de lipídeos, as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados são relativamente altas (BENEVIDES et al., 1998; SILVA et al., 2002; WONG et al., 2000; NORZIAH et al., 2000; VIDALL et al., 2006; MACARTAIN et al., 2007).

Algumas espécies apresentam elevado teor dos aminoácidos arginina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e alanina. Além disso, as algas marinhas são ricas em minerais (principalmente o iodo) e, vitaminas (especialmente A, C e B – B₁, B₂, B₁₂) (BENEVIDES et al., 1998; SILVA et al., 2002; WONG et al., 2000; VIDALL et al., 2006).

Diversos estudos têm identificado compostos bioativos em macroalgas marinhas, tais como os antioxidantes (RAYMUNDO et al., 2004; YAN et al., 1998; CHEWA et al., 2008; RIVERO et al., 2003).

Compostos bioativos são moléculas de fontes naturais ou sintéticas que têm sido analisados quanto à atividade biológica em diversas áreas (KRIS-ETHERTON et al., 2002 apud MacARTAIN et al., 2007).

As propriedades nutricionais das macroalgas marinhas ainda não são completamente conhecidas e elas são usualmente estimadas apenas através de sua composição química (DARCY-VRILLON, 1993; MABEAU et al., 1993 apud WONG et al., 2000).

Para selecionar novas fontes alimentares para utilização mais ampla, é necessário obter informações concernentes à sua composição química, perfil de aminoácidos e também à presença de fatores antinutricionais e/ou tóxicos, tais como lecitina, inibidores de proteases, bociogênicos, alérgenos, antivitaminas, saponinas, taninos, fitatos (LIENER, 1994 apud BENEVIDES et al., 1998) e toxinas (VASCONCELOS et al., 1994 apud BENEVIDES et al., 1998), fatores estes que limitam o uso como fonte alimentar.

O consumo de macroalgas marinhas pode aumentar a ingestão de fibra dietética e reduzir a ocorrência de algumas doenças crônicas (diabetes, obesidade, doenças cardíacas, cânceres, etc.), as quais estão associadas com a baixa ingestão de fibra dietética nos países ocidentais (SOUTHGATE, 1990 apud WONG et al., 2000).

Diferentes investigações têm demonstrado uma relação direta entre o consumo de algas marinhas e a prevenção e/ou no tratamento de patologias relacionadas com o estresse oxidativo (FUNAHASHI et al., 2001; JIMÉNEZ-ESCRIG, SÁNCHEZ-MUÑIZ, 2000; YUAN, WALSH, 2006 apud VIDALL et al., 2006).

Esta atividade, por sua vez, pode explicar as propriedades neuro e hepato-protetoras que apresentam alguns destes extratos (LINARES et al., 2004; RAGHAVENDRAN et al., 2005 apud VIDALL et al., 2006).

METODOLOGIA

Diante da grande diversidade e do conhecido potencial econômico das macroalgas bentônicas do litoral baiano, foram selecionados 02 gêneros (*Ulva* spp, *Sargassum* spp) e 06 espécies (*Gracilaria domingensis*, *Gracilaria cornea*, *Bryothamnion seafortii*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea musciformis* e *Caulerpa racemosa*), buscando-se englobar as variedades verdes, pardas e vermelhas. Tanto as macroalgas do gênero *Ulva* quanto as do gênero *Sargassum* apresentam espécies que crescem em conjunto no ambiente marinho, o que dificulta o isolamento das mesmas no sítio de colheita. Por este motivo, não foram estabelecidas as espécies para esses gêneros.

As buscas foram realizadas nas bases de dados relacionadas pelo portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a saber: (a) bases de patentes – Base de Pedidos de Patentes (BRASPAT), Derwent Innovations Index (DII), European Patent Office (Espacenet), United States Patent and Trademark Office (USPTO), Intellectual Property Digital Library (IPDL) e MicroPatent Materials Patents; (b) bases de resumos – Food Science and Technology Abstracts (FSTA), MEDLINE/PubMed (via BIREME), MEDLINE/PubMed (via National Library of Medicine), MEDLINE/PubMed (via OVID), Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Web of Science; e (c) teses/dissertações – Banco de Teses CAPES.

Para a investigação de artigos científicos/teses/dissertações e de patentes utilizou-se dos nomes científicos das macroalgas escolhidas e de termos correlatos (Quadros 1 e 2). Para conhecer a dimensão da aplicação de patentes que abordam as macroalgas escolhidas para o presente estudo, realizou-se buscas mais amplas utilizando o nome do gênero das 06 espécies supracitadas.

Visto a predominância de bases estrangeiras e do conhecimento globalizado, os termos correlatos foram usados, predominantemente, no idioma inglês.

Intencionou-se realizar a busca de patentes apenas nas áreas de interesse deste trabalho – área de alimentos e área médica, esta última para efeito de comparação numérica com a primeira. Para tanto, foram associados às palavras chave os códigos gerais definidos pela *International Patent Classification* (IPC): "A23" (alimentos ou gêneros alimentícios; seus tratamentos, não contemplados por outras classes) e "A61" (ciência médica ou veterinária; higiene), a fim de se obter resultados amplos nessas áreas.

Após a obtenção dos resultados para patentes, determinou-se, por conveniência, que apenas os resultados com menor numerário (até vinte e uma patentes) seriam examinados para identificar os campos mais favoráveis para a aplicação de novas patentes.

As patentes identificadas como de menor numerário foram averiguadas em seus títulos, resumos e textos, os dois últimos quando disponíveis.

Para a busca de artigos, teses e dissertações, foram selecionadas apenas as palavras-chave específicas para o presente estudo (destacadas com efeito de fonte "negrito" na Quadro 1).

Quadro 1 - Palavras chave pesquisadas nas bases de artigos, teses e dissertações	
Gêneros/Espécies	Termos Correlatos
<i>Gracilaria</i>	Alga
<i>Gracilaria domingensis</i>	Edible alga
<i>Gracilaria cornea</i>	Marine alga
<i>Bryothamnion</i>	Alga and food
<i>Bryothamnion seaforthii</i>	Algae
<i>Ulva</i>	Edible algae
<i>Sargassum</i>	Marine algae
<i>Gelidiella</i>	Algae and food
<i>Gelidiella acerosa</i>	Macroalga
<i>Hypnea</i>	Edible macroalga
<i>Hypnea musciformis</i>	Marine macroalga
<i>Caulerpa</i>	Macroalga and food
<i>Caulerpa racemosa</i>	Macroalgae
	Edible macroalgae
	Marine macroalgae
	Macroalgae and food
	Seaweed
	Edible seaweed
	Alga marinha

Fonte: Autoria própria, 2013.

Quadro 2 - Palavras chave pesquisadas nas bases de patentes	
Gênero/Espécie	Termos Correlatos
<i>Gracilaria</i>	Alga
<i>Gracilaria domingensis</i>	Algae
<i>Gracilaria córnea</i>	Macroalga
<i>Bryothamnion/Bryothamnion seaforthii</i>	Macroalgae
<i>Ulva spp</i>	Seaweed
<i>Sargassum spp</i>	Marine alga
<i>Gelidiella</i>	Marine algae

<i>Gelidiella acerosa</i>	Edible alga
<i>Hypnea</i>	Edible algae
<i>Hypnea musciformis</i>	Edible seaweed
<i>Caulerpa</i>	Alga marinha
<i>Caulerpa racemosa</i>	

Fonte: Autorial própria, 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 67 buscas foram realizadas após a combinação de 22 palavras-chave com os códigos "A23" e "A61", resultando em 73.041 patentes. Deste total, 70.828 (97%) foram geradas pelos termos correlatos e 2.213 (3%) derivaram dos nomes científicos dos gêneros e espécies das algas pesquisadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição das patentes nas 06 bases de depósito investigadas e de acordo com o conjunto de palavras chave

Base	Conjunto de Palavras-Chave					
	Total		Termos Correlatos		Gêneros/Espécies	
	(73.041 Patentes)		(70.828 Patentes)		(2.213 Patentes)	
USPTO	34.030	46,59%	32.932	46,49%	1.098	49,60%
DII	21.793	29,84%	21.120	29,82%	673	30,40%
ESPACENET	16.270	22,27%	15.850	22,38%	420	19,00%
IPDL	831	1,14%	815	1,15%	16	0,70%
BRASPAT	112	0,15%	106	0,15%	6	0,30%
MICROPATENT	5	0,01%	5	0,01%	0	0,00%

Fonte: Autorial própria, 2013.

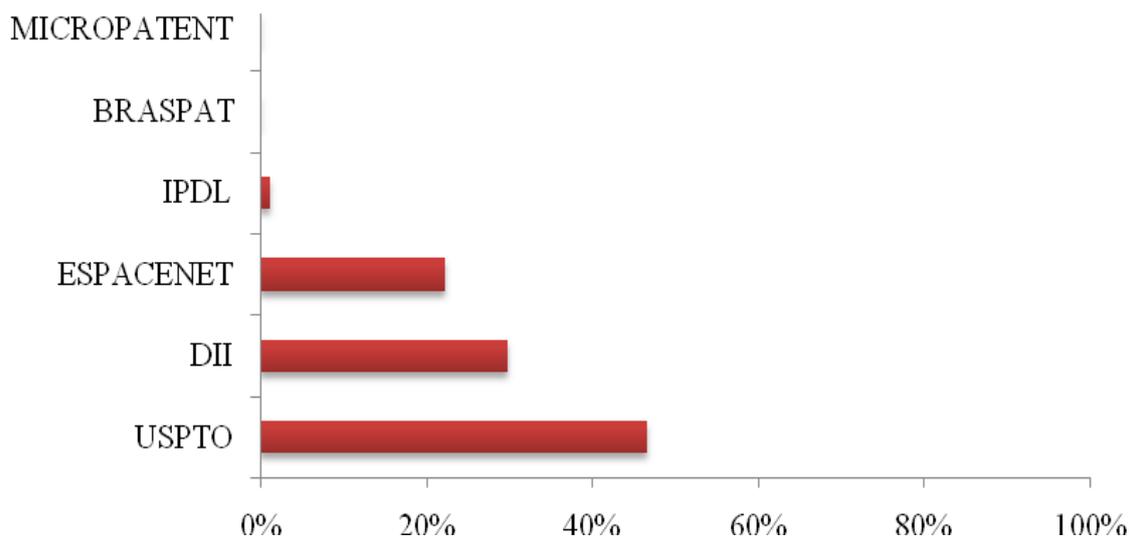
No que tange ao objeto estudado, verificou-se que a maior parte dos depósitos de patentes ocorreu nas bases USPTO (Estados Unidos), DII (Estados Unidos) e Espacenet (Europa), nesta ordem (Figura 1).

Possivelmente, por serem bases mais específicas e/ou provenientes de países com menor destaque no campo de registro de invenções, as bases com menor número de depósito foram a MicroPatent Materials Patents (Estados Unidos - base de engenharia), BRASPAT (Brasil) e IPDL (Nações Unidas/Suíça), nesta ordem.

Conforme o esperado, as buscas utilizando apenas os nomes dos gêneros das macroalgas apresentaram um maior quantitativo de patentes (Figura 2). Da mesma forma, os termos correlatos com significado mais abrangente, também evidenciaram maior número de depósitos de patentes.

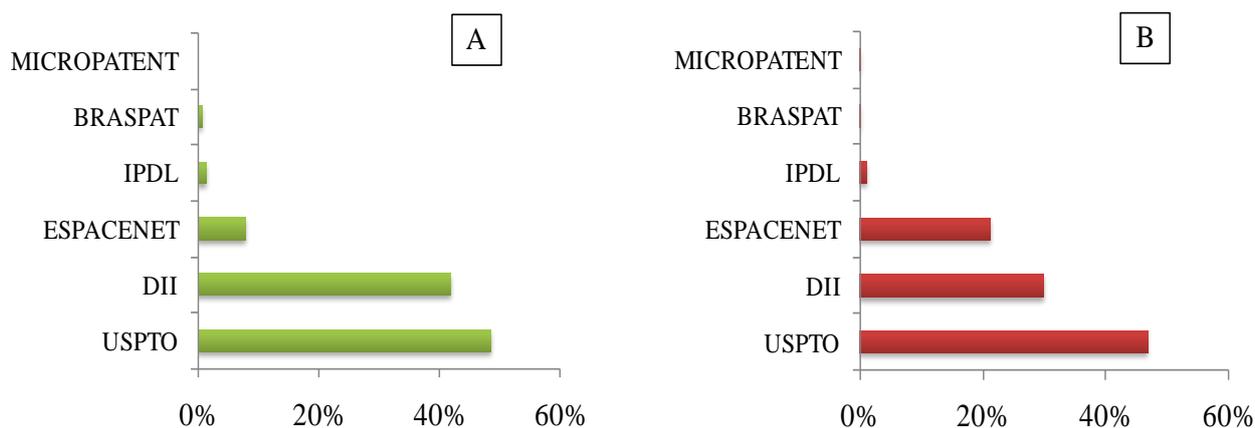
Intencionou-se com tais buscas conhecer a dimensão do quantitativo dos trabalhos divulgados a respeito das macroalgas.

Figura 1 - Percentual de patentes depositadas nas bases utilizadas na pesquisa



Fonte: Autoria própria, 2013.

Figura 2 - Resultados de depósitos de patentes obtidos na busca com o conjunto de palavras chave. (A) busca através de termos correlatos, (B) busca através de gêneros



Fonte: Autoria própria, 2013.

Os gêneros *Bryothamnion*, *Gelidiella*, *Caulerpa*, e as espécies *Gracilaria domingensis*, *Gracilaria cornea*, *Bryothamnion seaforthii*, *Gelidiella acerosa*, *Caulerpa racemosa* e *Hypnea musciformis*,

nesta ordem, apresentaram os resultados mais promissores para o registro de invenções, uma vez que são pouco explorados. Por sua vez, os termos correlatos de conhecimento internacional menos usados nas invenções foram *macroalga* e *edible alga*, possivelmente por serem termos no singular, o que confere menor abrangência para os trabalhos.

Observou-se que, do total de patentes encontradas (73.041), a maioria (55.270, 75,7%), está aplicada em outras áreas que não a de alimentos e/ou médica (Figura 3). Situação similar é observada nos resultados derivados dos "termos correlatos", pois, do total de 70.828 patentes, 77,1% (54.583) foram depositadas em outras áreas, 12,4% (8.828) na área de alimentos e apenas 10,5% (7.417) na área médica (Figura 4).

Por outro lado, quando especificou-se a busca usando os nomes científicos dos "gêneros" e das "espécies" das algas estudadas, verificou-se que a maioria da aplicação das patentes ocorreu na área médica (51,3%, 1.136), seguida das demais áreas (31,1%, 687) e da área de alimentos (17,6%, 390) (Figura 5).

Todos os dados apontaram para um baixo percentual de aplicação de patentes na área de alimentos, o que engloba alimentação humana e animal. Tais resultados revelam uma primeira indicação de que a área de alimentos se mostra favorável para o registro de novas invenções relativas ao objeto deste estudo.

Em relação às pesquisa em bases de artigos, teses e dissertações, utilizou-se 32 palavras-chave na busca, que resultou em 225.045 trabalhos divulgados. Tal busca teve por intuito conhecer a dimensão das publicações a respeito de macroalgas.

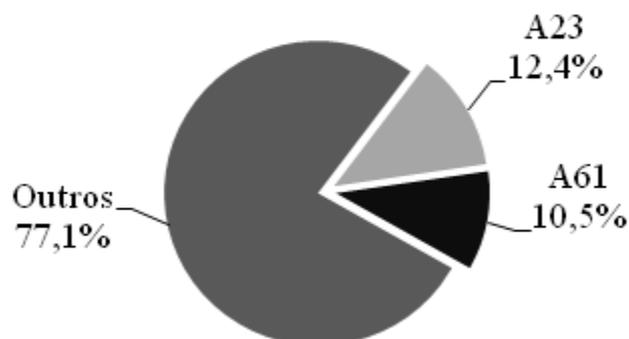
A busca com os termos correlatos derivou maiores resultados (215.272; 95,7%) do que a busca usando o nome dos gêneros e espécies (9.773; 4,3%). Tal dado foi similar àquele encontrado com a busca de patentes.

Figura 3 - Áreas de aplicação das patentes obtidas na pesquisa



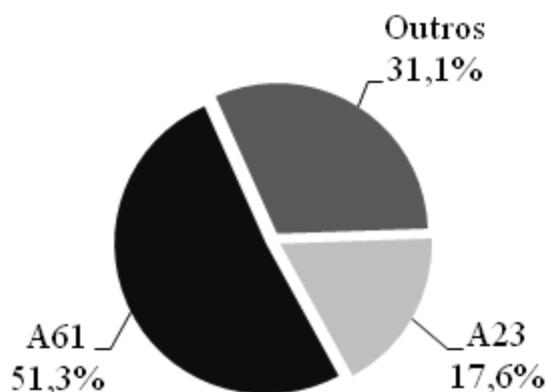
Fonte: Autoria própria, 2013.

Figura 4 - Áreas de aplicação das patentes obtidas na pesquisa, considerando a busca por "termos correlatos"



Fonte: Autoria própria, 2013.

Figura 5 - Áreas de aplicação das patentes obtidas na pesquisa, considerando a busca por "gênero" e "espécie"



Fonte: Autoria própria, 2013.

As bases de resumos que mais contribuíram para os resultados foram MEDLINE/PubMed – via National Library of Medicine (92.637; 41,2%), Web of Science (79.624; 35,4%) e MEDLINE/PubMed – via OVID (28.223; 12,5%), enquanto que as de menor contribuição foram LILACS (668; 0,3%), Banco de Teses CAPES (3.730 (1,6%) e FSTA (6.276; 2,8%) (Tabela 4).

Considerando o total de trabalhos científicos sobre os gêneros e espécies em estudo (9.773), os termos que contribuíram com os maiores resultados foram: *Ulva* (3.192; 32,7%), *Sargassum* (2.362; 24,2%) e *Gracilaria* (2.130; 21,8%), para os gêneros; e *Caulerpa racemosa* (225; 40,2%), *Hypnea musciformis* (151; 27,0%) e *Gelidiella acerosa* (85; 15,2%) para as espécies.

A observação dos resultados obtidos com as palavras-chave selecionadas permitiu verificar que, de modo geral, muitas publicações abordam a respeito da interação macroalga - fatores ambientais com reflexos nas características de ambos, da composição nutricional e das propriedades de uso dos compostos obtidos a partir das macroalgas.

Quanto ao campo de alimentos, foco deste estudo, verificou-se que muitos trabalhos são voltados para a descoberta/comprovação de propriedades antioxidantes e da composição lipídica. Porém, as abordagens das publicações são vastas, conforme a Quadro 3.

Tabela 4 - Distribuição dos resultados nas bases de resumo e de teses/dissertações investigadas e de acordo com o conjunto de palavras-chave.

Base	Conjunto de Palavras chave					
	Total (225.045)		Termos Correlatos (215.272)		Gêneros/Espécies (9.773)	
Medline/PubMed	92.637	41,2%	91.623	42,6%	1.014	10,4%
Web of Science	79.624	35,4%	73.535	34,1%	6.089	62,3%
Medline/OVID	28.223	12,5%	27.328	12,7%	895	9,2%
Medline/Bireme	13.887	6,2%	13.108	6,1%	779	8,0%
FSTA	6.276	2,8%	5.875	2,7%	401	4,1%
Banco teses CAPES	3.730	1,6%	3.178	1,5%	552	5,6%
LILACS	668	0,3%	625	0,3%	43	0,4%

Fonte: Autoria própria, 2013.

Quadro 3 - Principais assuntos abordados nos artigos, teses e dissertações	
PROPRIEDADES, COMPOSTOS E MÉTODOS	
Anticarcinogênico	Produção de bebida e massas
Antimicrobiana	Composição química/nutricional
Antioxidante	Obtenção/composição do ágar e carragenina
Anti-alérgico	Obtenção de hemaglutininas
Anticeptiva	Obtenção de lecitina
Antivegetativa	Cultivo
Imunomodulação	Contaminação por metais pesados
Hipolipemiante	Suplementos para pecuária
Hipoglicemiante	Interferências ambientais
Pigmentos	Interações ambientais
Alimento funcional/nutracêutico	

Fonte: Autoria própria, 2013.

CONCLUSÃO

As macroalgas marinhas possuem grande potencial econômico em razão de sua composição química e estrutural, sendo que aquelas que são típicas e abundantes do litoral brasileiro ainda são pouco exploradas, principalmente quanto ao estudo de sua composição nutricional e à sua aplicação para o consumo humano e animal.

Então, mostra-se promissor o campo para o desenvolvimento e registro de patentes de produtos alimentares ou não, utilizando as espécies de macroalgas marinhas típicas do litoral baiano abordadas neste estudo, cuja composição é genuína, uma vez que esta é bastante influenciada pelas condições do ambiente em que as macroalgas se desenvolvem.

O presente estudo contribui, dessa forma, para incentivar os pesquisadores a investir no estudo das macroalgas marinhas da costa brasileira, em especial da costa baiana, visando o desenvolvimento e registro de produtos com potencial para o consumo humano e animal.

REFERÊNCIAS

BENEVIDES, N. M. B.; SILVA, S. M. S.; MAGALHÃES, S. R.; MELO, F. R.; FREITAS, A. L. P.; VASCONCELOS, I. M. Proximate analysis, toxic and antinutritional factors of ten brazilian marine algae. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 10, n. 1, p. 31-36, 1998.

CHEWA, Y. L.; LIMA, Y. Y.; OMARA, M.; KHOO, K. S. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. **LWT**, v. 41, p. 1067-1072, 2008.

JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; CAMBRODÓN, I. G. Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 49, n. 2, p. 114-120, 1999.

MACARTAIN, P.; GILL, C. I. R.; BROOKS, M.; CAMPBELL, R.; ROWLAND, I. R. Nutritional Value of Edible Seaweeds. **Nutrition Reviews**[®], v. 65, n. 12, 535-543, 2007.

NORZIAH, M. H.; CHING, C. Y. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. **Food Chemistry**, v. 68, p. 69-76, 2000.

RAYMUNDO, M. S.; HORTA, P.; FETT, R. Atividade antioxidante *in vitro* de extratos de algumas algas verdes (*Chlorophyta*) do litoral catarinense (Brasil). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 40, n. 4, 2004.

RIVERO, F.; FALLARERO, A.; CASTAÑEDA, O.; DAJAS, F.; MANTA, E.; ARECES, F.; MANCINI FILHO, J.; VIDAL, A. Antioxidant activity *in vivo* and *in vitro* of *Halimeda incrassata* aqueous extracts. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 256-263, 2003.

SÁNCHEZ-MACHADO, D. I.; LÓPEZ-CERVANTES, J.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, J.; PASEIRO-LOSADA, P. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. **Food Chemistry**, v. 85, n. 3, p. 439-444, 2004.

SILVA, S. M. S.; HOLANDA, M. L.; VASCONCELOS, I. M.; BENEVIDES, N. M. B. Classificação taxonômica e composição química de algas marinhas vermelhas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Teresina, dez. 2002. Comunicado Técnico.

VIDAL, A.; FALLARERO, A.; ANDRADE-WARTHA, E. R. S.; SILVA, A. M. O.; LIMA, A.; TORRES, R. P.; VUORELA, P.; MANCINI-FILHO, J. Composición química y actividad antioxidante del alga marina roja *Bryothamnion triquetrum* (S.G.Gmelin) Howe. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 42, n. 4, 2006.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à biorremediação e à química analítica. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 139-145, 2004.

WIKFORS, G. H. Impact of algal research in aquaculture. **Journal of Phycology**, v. 37, p. 968–974, 2001. Minireview.

WONG, K. H.; CHEUNG, P. C.K. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I - proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. **Food Chemistry**, v. 71, p. 475-482, 2000.

YAN, X.; NAGATA, T.; FAN, X. Antioxidative activities in some common seaweeds. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.52, p.253–262, 1998.

YOSHIMURA, C. Y. **Avaliação do potencial de cultivo e produção de ágar de *Gracilaria domingensis* e de *Gracilaria caudata* (Rhodophyta, Gracilariales) na Enseada de Armação do Itapocoroy (Penha, Santa Catarina)**. 2006. 163f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2006.