



## Interferência da salinidade do mar na composição centesimal da macroalga *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*

### *Evaluation of seawater salinity effect on proximate composition of the green seaweed *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata**

Mariana Santana Santos Pereira da Costa<sup>1\*</sup>, Sara Lima Cordeiro<sup>2</sup>, Jailma Almeida de Lima<sup>3</sup>, Leandro Silva Costa<sup>4</sup>, Hugo Alexandre Oliveira Rocha<sup>5</sup>

**Resumo:** Macroalgas marinhas são consumidas em grande quantidade em países asiáticos. Contudo, o seu consumo em países ocidentais, como o Brasil, ainda é muito baixo por várias razões. Uma delas é a falta de informações sobre a composição centesimal das macroalgas brasileiras. Este dado é importante para o uso de um alimento em várias atividades relacionadas com as áreas de nutrição humana e ciências dos alimentos. Neste trabalho, objetivou-se analisar a composição química, através do método de composição centesimal, da macroalga verde *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*, coletada em duas diferentes praias do litoral do Rio Grande do Norte (Camapum e Búzios). Os dados mostraram que a salinidade da água dessas duas praias é bem distinta: em Búzios é de 33,7 ppm; em Camapum, 40,5 ppm. Apesar disso, a composição centesimal da *C. cupressoides* não variou com a salinidade. Ainda, foi possível observar uma baixa quantidade de lipídios e uma alta quantidade de proteínas em *C. cupressoides*, nesse caso, maior até do que aquela encontrada em outras algas comestíveis. Os dados apontam que *C. cupressoides* poderia ser uma fonte alternativa de baixo custo de proteínas, tanto para uso em nutrição animal, como humana.

**Palavras-chave:** Algas marinhas; Frutos do mar; Nutrição; Proteínas.

**Abstract:** Seaweeds as a staple diet has been used in Asian countries for thousands of years. However, in countries like Brazil, consumption of seaweeds as food is still very small due to many reasons. One is the lack of data on Brazilian seaweed's proximate food composition. This data are very important to any activity related to food science and human nutrition area. The objective of this work was to analyze the chemical composition of the green seaweed *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*, collected in two different beaches of the coast of Rio Grande do Norte (Camapum and Búzios). The data showed that the salinity of the water on these two beaches is quite different: The water salinity of Camapum was around 40.5 ppm whereas in Búzios beach was 33.7 ppm. Despite this, the proximate composition of *C. cupressoides* did not change with increased salinity. Moreover, interestingly, it has low amount of lipids and high amount of proteins, greater even than other edible seaweeds, which indicates that *C. cupressoides* could be used as protein source for human and animal diet.

**Key words:** Seaweed; Seafood; Nutrition; Protein.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 05/09/2016; aprovado em 15/06/2017

<sup>1</sup>Doutora em Bioquímica, Laboratório de Biotecnologia de Polímeros Naturais – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Macau/RN; fone: 84 99958-9112, mariana.costa@ifrn.edu.br.

<sup>2</sup>Mestre em Bioquímica, Laboratório de Biotecnologia de Polímeros Naturais – Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, sara.cordeiro@ifrn.edu.br.

<sup>3</sup>Doutora em Ciências da Saúde, Laboratório de Biotecnologia de Polímeros Naturais – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, biolottus23@yahoo.com.br.

<sup>4</sup>Doutor em Bioquímica, Laboratório de Biotecnologia de Polímeros Naturais – Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, leandro.costa@ifrn.edu.br.

<sup>5</sup>Doutor em Ciências, Laboratório de Biotecnologia de Polímeros Naturais – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, hugo-alexandre@uol.com.br.



## INTRODUÇÃO

Os oceanos cobrem mais de 70% da superfície terrestre e são habitados por uma enorme variedade de seres vivos. Fazem parte desse universo as macroalgas marinhas que desempenham um papel ecológico fundamental na manutenção desses ambientes, pois, aliadas a alguns espécimes de angiospermas marinhas, são os produtores primários que mantêm a vida em mares e oceanos (PEDRINI, 2010). Além disso, presume-se que, por viverem num ambiente tão hostil, com características únicas, como o marinho, são capazes de sintetizar uma diversidade de compostos bioativos com interesse para a humanidade (RAJAPAKSE; KIM, 2011). Em concordância com essa expectativa, estudos têm demonstrando que as macroalgas marinhas são uma valiosa fonte de proteínas, fibras, vitaminas, ácidos graxos poli-insaturados, macro e micro elementos, bem como importantes compostos bioativos (MOHAMED et al., 2012; ABDALLAH, 2014).

O interesse do homem pelas algas marinhas remonta a milhares de anos atrás. Desde a antiguidade, muitas macroalgas são exploradas como fonte de alimento por várias civilizações, principalmente as orientais (Japão, China e Coreia), onde, até hoje, integram a dieta diária desses povos (MCHUGH, 2003).

Cerca de 140 espécies de macroalgas têm sido utilizadas como alimento tradicional e consumidas em diversos países, com destaque para os países asiáticos, por exemplo: o nori utilizado nos sushis, é preparado a partir de algas vermelhas do gênero *Porphyra* e é rico em proteínas. Já as algas marinhas marrons *Undaria pinnatifida* e *Laminaria japonica*, conhecidas sob os nomes de Wakame (rica em cálcio e iodo) e Kombu (rica em vitaminas e minerais), respectivamente, são também utilizados como alimentos, todos os dias, por milhões de pessoas no Japão (FLEURENCE et al., 2012).

No ocidente, as macroalgas são principalmente utilizadas para extração de ficocolóides, como ágar, carragenana e alginato, os quais são usados para diversos fins, principalmente pelas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica. No entanto, em decorrência da migração de muitos orientais para o território brasileiro, o costume destes países em usar as algas como alimento está sendo implantado lentamente no Brasil (BEZERRA, 2008).

Segundo a Resolução nº 18, de 30/04/1999, a legislação brasileira considera propriedade funcional “aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo” e alegação de propriedade de saúde “aquela que sugere, afirma ou implica a existência de relação entre alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde” (BRASIL, 1999). Assim, um alimento funcional apresenta funções nutricionais, metabólicas, terapêuticas e tem uso potencial na prevenção e controle de determinadas doenças e podem ser classificados como: aqueles detentores de propriedades imunológicas e anticarcinogênicas; de prevenção de doenças cardiovasculares, e de propriedade antioxidante (POLLONIO, 2000; VASCONCELOS et al., 2007).

Para se propor o uso de uma espécie de alga como alimento funcional, muitos estudos precisam ser realizados como, por exemplo, sobre a composição química e o valor nutricional da espécie em questão. No estado do Rio Grande do Norte há mais de cem espécies encontradas, porém, apenas

as algas vermelhas do gênero *Gracilaria* e *Hypnea* vem sendo explorada com essa finalidade (REBOURS et al. 2014).

A determinação do valor nutricional de cada espécie de alga se justifica pelo fato de que ela varia uma a uma. A título de exemplificação, as algas vermelhas como a *Porphyra yezoensis* são ricas em proteínas (47% de peso seco), enquanto que as algas verdes, como a *Ulva lactuca*, mostram um nível mais baixo de proteína (10-25% de peso seco) e algas marrons, tais como *Laminaria japonica*, tem o conteúdo de proteína ainda mais baixo (5-12% de peso seco) (FLEURENCE et al. 2012). O valor nutricional das algas ainda pode ser afetado por fatores externos, como localização geográfica, estação do ano e condições ambientais (MOHAMED et al., 2012), exemplo disso é a composição química das algas *Sargassum vulgare* e *Gracilaria cervicornis*, crescidas no litoral do Rio Grande do Norte, que variou significativamente de acordo com o mês de coleta (MARINHO-SORIANO et al., 2006).

Logo, se fazem necessários estudos para avaliar a composição química de espécies de macroalgas do litoral potiguar e, assim, ter novas informações sobre o valor nutricional das mesmas, bem como sobre se há variação nesta composição de acordo com o local de coleta, a fim de indicá-las como alimentos funcionais.

A alga verde *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata* é abundante na costa do Rio Grande do Norte e tem sido encontrada em habitats com distintas condições ambientais, mas não é consumida como alimento. Contudo, estudos anteriores demonstraram que esta espécie é fonte de compostos com atividades biológicas, como antioxidante e anticoagulante (COSTA, et al., 2010; COSTA, et al., 2012).

Baseado nestas considerações, o objetivo deste trabalho é analisar a composição química da macroalga verde *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*, através do método de composição centesimal, averiguando o seu valor nutricional, bem como, se há diferença na quantidade dos seus nutrientes de acordo com o local de coleta – duas diferentes localidades do Rio Grande do Norte – apresentando condições ambientais distintas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A alga verde *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata* Børgesen, 1907, foi coletada na praia de Búzios, no município de Nísia Floresta (RN) e na Praia de Camapum, no município de Macau (RN).

A praia de Búzios pertence ao município de Nísia Floresta, no litoral sul do Rio Grande do Norte, a 38 Km de Natal, capital do estado. O ponto de coleta está localizado na latitude sul 05°58'23'' e longitude oeste 35°04'97''. Nesta área, a temperatura média do ar é de 28°C e a precipitação pluviométrica é de 1300 mm. A praia é relativamente rasa, de fundo arenoso, em muitos pontos cobertos por algas calcárias e protegida do embate das ondas pelos arrecifes. Esta praia possui uma vasta diversidade de algas com grande número de espécies de *Chlorophyta*, *Rhodophyta* e *Phaeophyta*.

O segundo local de coleta, a praia de Camapum, pertence ao município de Macau, distante 180Km de Natal e localizado na subzona salineira do Rio Grande do Norte. Está localizado na latitude sul 5°05'19'' e longitude oeste 36°37'78''. Nesta área, a temperatura média do ar é de 27,2°C e a precipitação pluviométrica é de 390mm. A praia é rasa, de fundo arenoso e protegida por arrecifes.

Após a coleta, as algas foram acondicionadas em sacos de polietileno, os quais foram colocados em caixas de isopor e levadas ao laboratório no mesmo dia da coleta (o tempo de transporte até o laboratório foi cerca de 1h e 30min.), então, foram lavadas em água corrente sob exame cuidadoso para que ficassem livres de epífitas, inclusões calcárias e sais. Depois, foram postas para secar em estufa aerada a 45°C. Em seguida, foram trituradas, pesadas e guardadas em frascos hermeticamente fechados, para, por fim, serem utilizadas na análise de composição centesimal.

Para a caracterização da composição centesimal da alga *C. cupressoides* foram analisados os seguintes parâmetros: proteínas, lipídios, cinzas, fibras e carboidratos.

Para determinação da proteína bruta foi utilizado o método semi-micro Kjeldhal, conforme recomendação da AOAC (1985), descrita por Santos (2007). Da alga previamente dessecada, 100mg foram colocados em balão de Kjeldahl de 50mL. Ao balão foram adicionados os catalisadores (0,5g de sulfato de cobre e 1,0g de sulfato de potássio) e, finalmente, 5 mL de ácido sulfúrico. O balão foi conduzido ao digestor de Kjeldahl até a completa mineralização, que corresponde à formação de um líquido translúcido de cor verde azulada. Após a digestão, o material foi transferido para o aparelho de destilação, ao qual foi adicionado hidróxido de sódio a 40% até saturação. O produto da destilação foi coletado em um erlenmeyer contendo 10mL da solução de ácido bórico saturada e 3 gotas do indicador. A destilação foi levada a efeito até que o material do erlenmeyer atingisse um volume de 50mL. Foi, então, realizada a titulação com ácido sulfúrico 0,02N, aplicando-se o valor do volume titulado (Equação 1).

Nitrogênio total = V x normalidade x fator do ácido x 14,01/massa da amostra em gramas (Eq. 1)

Sendo o teor de proteínas da amostra igual a 6,25 x nitrogênio total.

Para verificação do teor de lipídios, 1g da alga pulverizada foi colocado em um erlenmeyer com rolha e adicionados ao mesmo 10mL de clorofórmio, 20mL de metanol e 8mL de água destilada na proporção 1:2:0,8, respectivamente. Em seguida, o erlenmeyer foi arrolhado e agitado por 30min em um agitador rotativo a 145 x g. Posteriormente, foram acrescentados 10mL de clorofórmio e 10mL de sulfato de sódio anidro 1,5%, este material ficou sob homogeneização por 2min. Formaram-se duas camadas, uma hidrofílica e uma hidrofóbica, a qual continha os lipídios. Foram transferidos 15mL da camada hidrofóbica para um tubo cônico com rolha esmerilhada de 30mL, a este foi adicionado 1g de sulfato de sódio anidro, sendo o material em seguida filtrado. Transferiu-se 5mL do filtrado para um béquer de 50mL previamente pesado e levou-se à estufa a 100°C até completa evaporação do solvente. Após secagem e resfriamento em dessecador, o béquer foi pesado e o percentual de lipídios foi calculado a partir da massa dos lipídios encontrada no volume de 5mL (m), de acordo com a equação 2 (BLIGH; DYER, 1959):

% Lipídios totais = m x 4 x 100/g amostra (Eq. 2)

A fração cinza foi determinada conforme recomendação da AOAC (1985) e descrita por Fonseca (2001). Sucintamente, 1,5g da alga pulverizada foi colocado em cadinho de porcelana previamente pesado. Em seguida, o

cadinho com a amostra foi submetido à temperatura de 550°C em mufla por 6h, até destruição total da matéria orgânica, momento em que a amostra apresentou coloração esbranquiçada, sem pontos negros que indiquem a presença de carvão (resíduo de matéria orgânica). Em seguida, a mufla foi resfriada até a temperatura próxima de 50°C para que pudesse ser retirado o cadinho com a amostra. Este foi levado a um dessecador para entrar em equilíbrio térmico com o ambiente. Posteriormente, o cadinho foi pesado e a diferença entre a massa do cadinho antes e após a incineração da amostra forneceu a quantidade de cinzas.

A quantidade de fibras da alga foi estimada segundo a AOAC (1985), descrita por Santos (2007). Inicialmente, as amostras foram delipidadas de acordo com o seguinte procedimento: pesou-se 9g da alga pulverizada e adicionou-se 30mL de clorofórmio e 60mL de metanol, deixou-se em repouso por 1h. Posteriormente, adicionou-se 24mL de água destilada, filtrou-se e deixou-se na estufa até secar. Pesou-se 1g do material delipidado em um béquer e adicionou-se 20mL de água destilada. Deixou-se o béquer sob agitação em banho maria a 37°C por 90min e adicionou-se 100mL de etanol 95%. Em seguida, o material foi filtrado a vácuo em cadinho de Gooch com lâ de vidro, previamente pesado, sendo o resíduo lavado, posteriormente, com 40mL de etanol 78%, 10mL de etanol 95% e 10mL de acetona. Após lavagem do resíduo, o cadinho foi posto em estufa a 105°C até peso constante. A quantidade de fibras na amostra foi estimada de acordo com a equação 3.

%Fibra = 100 x (RT-(P+A))/100xRT)/Pa (Eq. 3)

Em que, RT= mg resíduo; P=% de proteína; A=% cinza e Pa=mg amostra.

A quantidade de carboidratos das algas foi estimada por diferença a partir dos demais componentes da composição centesimal (proteínas, lipídios, fibras e cinzas), segundo normas da AOAC (1985), descritas por Santos (2007).

Os valores de salinidade (em partes por milhão, ‰) e de temperatura (°C) da água do mar foram determinados 30 e 15 dias antes da coleta e 15 e 30 dias após a coleta, bem como, simultaneamente, durante a coleta. Os valores de salinidade foram obtidos por intermédio de um refratômetro portátil, modelo RTS 101ATC da Instrutherm e os valores de temperatura da água foram verificados com auxílio de um termômetro de mercúrio centígrado.

Os dados foram submetidos ao teste estatístico ANOVA *One-way*, seguido do pós-teste de Student-Newman-Keuls usando o GraphPad Prisma 5.01 (GraphPad Software). As diferenças estatísticas foram consideradas significativas quando o valor de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de coleta não houve diferença entre a temperatura da água do mar de ambas as praias. Porém, os registros de salinidade obtidos na praia de Camapum foram maiores do que aqueles obtidos na praia de Búzios, como pode ser observado na Tabela 1.

Os resultados obtidos a partir da análise de composição centesimal das macroalgas *C. cupressoides* são apresentados em percentual de matéria seca (%MS), com seu respectivo desvio padrão (Tabela 2).

**Tabela 1.** Temperatura média e salinidade da água do mar das praias de Camapum e Búzios no Rio Grande do Norte

| Praia                      | Salinidade (‰)          | Temperatura (°C)        |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Camapum (Macau/RN)         | 40,5 ± 0,8 <sup>x</sup> | 30,5 ± 2,0 <sup>z</sup> |
| Búzios (Nísia Floresta/RN) | 33,7 ± 0,3 <sup>y</sup> | 30,0 ± 2,1 <sup>z</sup> |

Os valores são expressos como a média ± desvio padrão (n=3). <sup>x,y,z</sup> Letras distintas indicam diferença significativa entre Camapum e Búzios (p < 0,1).

**Tabela 2.** Composição centesimal da alga *Caulerpa cupressoides* das praias de Camapum e Búzios no Rio Grande do Norte

|         | Proteínas (%) | Lipídios (%) | Cinzas (%)  | Fibras (%)   | Carboidratos (%) |
|---------|---------------|--------------|-------------|--------------|------------------|
| Camapum | 22,77 ± 0,74  | 4,80 ± 0,57  | 7,82 ± 0,15 | 11,53 ± 0,12 | 54,68 ± 2,31     |
| Búzios  | 23,47 ± 0,68  | 4,80 ± 0,40  | 6,55 ± 0,16 | 10,25 ± 0,11 | 54,94 ± 1,01     |

Os valores são expressos como a média ± desvio padrão (n=3). Não houve diferença significativa entre a alga coletada em Camapum e a coletada em Búzios (p > 0,05).

A quantidade de proteínas foi de 22,77 e 23,47% para *C. cupressoides* de Camapum e para a *C. cupressoides* de Búzios, respectivamente. Um resultado interessante quando se compara com a quantidade de proteínas da maioria das espécies de algas habitualmente consumidas como alimento. Apesar de ainda não haver relatos de que a *C. cupressoides* seja comestível, ela contém níveis relativamente maiores desses nutrientes que as algas verdes comestíveis *Ulva lactuca* (7,06%) (WONG; CHEUNG, 2000) e *Caulerpa lentillifera* (12,49%) (RATANA-ARPORN; CHIRAPART, 2006), e similar à *Grateloupia turuturu* (22,9%) (DENIS et al., 2010) e à *Ulva reticulada* (21,06%) (RATANA-ARPORN; CHIRAPART, 2006). Porém, ensaios biológicos necessitam ser realizados a fim de verificar se o conteúdo proteico da alga é de boa qualidade, bem como se verificar o grau de digestibilidade desta alga, o que contribuirá para o seu uso na indústria alimentícia.

A quantidade de cinzas refere-se ao resíduo inorgânico obtido após incineração de uma dada amostra em temperatura em torno de 500 a 600°C, assim, a matéria orgânica é totalmente eliminada e remanescem somente os minerais presentes na amostra (BOLZAN, 2013). Em geral, as macroalgas apresentaram elevados teores de cinzas, o que faz supor que contenham elevados teores de minerais. A *C. cupressoides* de Camapum e a *C. cupressoides* de Búzios apresentam quantidades de cinzas de 7,82 e 6,55%, respectivamente. A quantidade de cinzas da *C. cupressoides* de Camapum e da *C. cupressoides* de Búzios foram similares a aquelas descritas para *Gracilaria cervicornis* (7,72%) (MARINHO-SORIANO et al., 2006) e maior que aquelas descritas para *Gracilaria caudata* (4,39%) (FLEURENCE et al., 2012), espécies também coletadas no litoral do RN, e ainda foi maior que a descrita para *Gracilaria cornea* (4,04%).

Os lipídios são os macronutrientes mais escassos em macroalgas marinhas, sendo referidas na literatura concentrações abaixo de 8% (MOTA, 2011). Os dados obtidos no presente estudo corroboram com este fato da literatura, uma vez que os lipídios foram os componentes encontrados em menor quantidade (4,8%) para as duas algas.

Considerando a composição centesimal, geralmente carboidratos e/ou fibras são os componentes majoritários nas macroalgas, sendo predominantes os polissacarídeos estruturais hidrossolúveis (RUPÉREZ; SAURA-CALIXTO 2001; MARINHO-SORIANO et al., 2006; ORTIZ et al., 2006). O conteúdo de carboidratos nas algas em estudo foi de 54,68 e 54,94% para a *C. cupressoides* de Camapum e a *C. cupressoides* de Búzios, respectivamente, sendo o componente majoritário na composição química destas algas. Resultado similar foi observado por Ratana-Arporn e

Chirapart (2006) para as macroalgas *Caulerpa lentillifera* (59,27%) e *Ulva reticulada* (55,77%). Além disso, a quantidade de carboidratos das algas em estudo foram superiores aos encontrados na alga *Ulva fasciata* (40,91% e 42,94%, no período seco e chuvoso, respectivamente) (MOTA, 2011).

Nos últimos anos, a composição centesimal de certas espécies de algas vermelhas e marrons vem sendo analisada e se tem observado que há correlações entre a composição e parâmetros abióticos. Dentre estes estudos, alguns demonstram que o conteúdo de carboidratos de macroalgas é influenciado positivamente pela salinidade da água do mar, já o conteúdo de proteínas é correlacionado negativamente com este parâmetro ambiental (PERFETO, 1998; MARINHO-SORIANO; BOURRET, 2003). No entanto, observa-se que a composição centesimal (proteínas, lipídios, cinzas, fibras e carboidratos) de ambas as algas não variou em função da salinidade do habitat. Estes dados diferem daqueles obtidos por Perfeto (1998), que observou que a quantidade de carboidratos das algas vermelhas *Grateloupia doryphora* e *Gymnogongrus griffithsiae* tinha uma correlação positiva com a salinidade da água do mar, ou seja, quanto maior a salinidade da água do mar, maior a quantidade de carboidratos presentes na alga. Um trabalho com duas espécies de algas (*Gracilaria cervicornis* e *Sargassum vulgare*) coletadas também na praia de Búzios durante um ano, período no qual a salinidade oscilou entre 30 e 41‰, mostrou dado semelhante ao de Perfeto (1998), ou seja, a salinidade estimula o aumento na quantidade de carboidratos nestas algas e diminuição na quantidade de proteínas (MARINHO-SORIANO; BOURRET, 2003).

Esse padrão também foi observado para a alga vermelha *Catenella repens* da costa da Índia, a qual também apresentou uma correlação positiva entre o conteúdo de carboidratos e salinidade e correlação negativa entre o conteúdo de proteínas e a salinidade (BANERJEE et al., 2009).

Não foram encontrados estudos com algas verdes que correlacionassem a salinidade do mar com alterações da composição centesimal.

## CONCLUSÕES

Existe diferença entre a salinidade da água nas duas praias do Rio Grande do Norte. Porém, não há diferença na composição centesimal da alga *Caulerpa cupressoides*. Esta alga é pobre em lipídios, mas é rica em proteínas, o que faz dela uma potencial fonte de proteínas para uso na nutrição de animais e humanos.

## AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Jacira Maria Andrade de Sousa, por ceder os equipamentos do Laboratório de Nutrição Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para que pudéssemos realizar as análises de composição centesimal.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, M. A. M. Seaweeds uses: Human health and agriculture. In: POMIN, V. H. (ed). Seaweeds – Agriculture uses, biological and antioxidant agents. New York: Nova Publishers Inc., 2014. cap.3, p. 71-92.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis of Association of Official Chemists (13.ed.). Washington: AOAC. 1985.
- BANERJEE, K.; GHOSH, R.; HOMECHAUDHURI, S.; MITRA, A. Seasonal variation in the biochemical composition of red seaweed (*Catenella repens*) from Gangetic delta, northeast coast of India. *Journal of Earth System Science, India*, v.118, n.5, p. 497-505, 2009.
- BEZERRA, A. F. Cultivo de algas marinhas como desenvolvimento de comunidades costeiras. Natal: UFRN, 2008. 69p.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, Canada*, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- BOLZAN, R. C. Bromatologia. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2013. 81p.
- BRASIL. Resolução RDC nº 18 de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF*, 03 mai. 1999, Seção1, p. 11.
- COSTA, L. S.; FIDELIS, G. P.; CORDEIRO, S. L.; OLIVEIRA, R. M.; SABRY, D. A.; CÂMARA, R. B. G.; NOBRE, L. T. D. B.; COSTA, M. S. S. P.; ALMEIDA-LIMA, J.; FARIAS, E. H.; LEITE, E. L.; ROCHA, H. A. O. Biological activities of sulfated polysaccharides from tropical seaweeds. *Biomedicine & Pharmacotherapy, France*, v.64, n.1, p.21-28, 2010.
- COSTA, M. S. S. P.; COSTA, L. S.; CORDEIRO, S. L.; ALMEIDA-LIMA, J.; DANTAS-SANTOS, N.; MAGALHÃES, K. D.; SABRY, D. A.; ALBUQUERQUE, I. R. L.; PEREIRA, M. R.; LISBOA, E. L.; ROCHA, H. A. O. Evaluating the possible anticoagulant and antioxidant effects of sulfated polysaccharides from the tropical green alga *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*. *Journal of Applied Phycology, Netherlands*, v.24, n.5, p.1159-1167, 2012.
- DENIS, C.; MORANÇAS, M.; LI, M.; DENIAUD, E.; GAUDIN, P.; WIELGOSZ-OLLIN, G.; BARNATHAN, G.; JAOUEN, P.; FLEURENCE, J. Study of the chemical composition of edible red macroalgae *Grateloupia turuturu* from Brittany (France). *Food Chemistry, England*, v.119, n.3, p.913-917, 2010.
- 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, England*, v.27, n.1, p.57-61, 2012.
- FONSECA, P. C. Composição química e variação sazonal da biomassa de *Sargassum vulgare* C. Agardh e *Gracilaria cervicornis* (Turner) J. Agardh, na praia de Búzios. Natal: UFRN, 2001. 63p.
- MARINHO-SORIANO, E.; BOURRET, E. Effects of season on the yield and quality of Agar from *Gracilaria* species (*Gracilariaceae*, *Rhodophyta*). *Bioresource Technology, England*, v.90, n.3, p.329-333, 2003.
- MARINHO-SORIANO, E.; FONSECA, P. C.; CARNEIRO, M. A.; MOREIRA, W. S. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology, England*, v.97, n.18, p.2402-2406, 2006.
- MCHUGH, D. J. A guide to the seaweed industry. *FAO Fisheries Technical Paper n. 441, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome*, 2003. 105p.
- MOHAMED, S., HASHIM, S. N., RAHMAN, H. A. Seaweeds: A sustainable functional food for complementary and alternative therapy. *Trends in Food Science & Technology, England*, v.23, n.2, p.83-96, 2012.
- MOTA, N. S. Valor nutricional das macroalgas marinhas *Ulva fasciata*, *Gracilaria cornea* e *Sargassum vulgare*, coletadas no litoral da Bahia, Brasil. Salvador: UFB, 2011. 122p.
- ORTIZ, J.; ROMERO, N.; ROBERT, P.; ARAYA, J.; LOPEZ-HERNÁNDEZ, J.; BOZZO, C.; NAVARRETE, E.; OSORIO, A.; RIOS, A. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea Antarctica*. *Food Chemistry, England*, v.99, n.1, p. 98-104, 2006.
- PEDRINI, A. G. Macroalgas marinhas: importância geral. In: PEDRINI, A. G. (ed.). *Macroalgas: Uma introdução à taxonomia*, Rio de Janeiro: Technical Books, 2010, cap.1, 128p.
- PERFETO, P. N. M. Relation between chemical composition of *Grateloupia doryphora* (Montagne) Howe, *Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) Martius, and abiotic parameter. *Acta Botanica Brasilica, Brazil*, v.12, n.1, p.77-88, 1998.
- POLLONIO, M. A. R. Alimentos Funcionais: As recentes tendências e os aspectos de segurança envolvidos no consumo. *Revista Higiene Alimentar, Brasil*, v.14, n.74, p.26-31, 2000.

- RAJAPAKSE, N.; KIM, S. Nutritional and digestive health benefits of seaweed. In: KIM, S. K. (ed). United States: Advances in Food and Nutrition Research, 2011. cap.2, p.17-28.
- RATANA-ARPORN, P.; CHIRAPART, A. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. Kasetsart Journal (Natural Science), Thailand, v.40, p.75-83, 2006.
- REBOURS, C.; MARINHO-SORIANO, E.; ZERTUCHE-GONZÁLEZ, J. A.; HAYASHI, L.; VÁSQUEZ, J. A.; KRADOLFER, P.; SORIANO, G.; UGARTE, R.; ABREU, M. L.; BAY-LARSEN, I.; HOVELSRUD, G.; RØDVEN, R.; ROBLEDO, D. Seaweeds: an opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. Journal of Applied Phycology, Netherlands, v.26, n.5, p.1939-1951, 2014.
- RUPÉREZ, P., SAURA-CALIXTO, F. Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. European Food Research and Technology, Germany, v.212, n.9, p.349-354, 2001.
- SANTOS, N. D. Identificação e caracterização química das frações ricas em polissacarídeos sulfatados extraídos de macrófitas dulcícolas. Natal: UFRN, 2007. 93p.
- VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. B. F.; MANFREDINI, V.; BENFATO, M. S.; KUBOTA, L. T. Espécies Reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano. Química Nova, Brasil, v.30, n.5, p.1323-1338, 2007.
- WONG, K. H.; CHEUNG, P. C. K. Nutritional evaluation of some subtropical red and green properties seaweeds. Part I. Proximate composition, amino acid profile and some physicochemical. Food Chemistry, England, v.71, n.4, p.475-482, 2000.