II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER - PDVAgro 2017

AVALIAÇÃO DO PERCENTUAL DE CARBOIDRATOS EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO DA ALGA MARINHA *Botryocladia Occidentalis*

Apresentação: Comunicação Oral

Bárbara Monique de Freitas Vasconcelos¹; Valéria Nayara Silva de Oliveira²; Emmanuel de Sousa Jereissati³; Juliana Rocha Vaez⁴

Resumo

As algas são organismos aquáticos fotossintetizantes espalhadas por toda a Terra. Elas são divididas em 3 grandes grupos: algas verdes, marrons e vermelhas. Esses organismos possuem características nutricionais interessantes, tem percentual elevado de proteínas, cinzas e carboidratos. Dentre os carboidratos, as algas são os únicos seres fotossintetizantes conhecidos até hoje que possuem polissacarídeos sulfatados. Esta molécula está associada a várias bioatividades como antioxidante, anti-inflamatória, anticoagulante. Contudo, sabe-se que as estações do ano influenciam a quantidade de carboidratos, proteínas, lipídios e cinzas, sendo assim é interessante determinar o período em que a alga possuirá maior percentual de carboidratos, visando uma maior extração de polissacarídeos sulfatados. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o percentual de carboidratos nas diferentes estações do ano ao longo de 3 anos. Para isso foram realizadas coletas na praia de Rio do Fogo – RN ao longo de 3 anos, durante a primavera, verão outono e inverno. Em seguida, as algas foram desidratadas e a quantidade de lipídios, proteínas, cinzas, umidade e carboidratos foram determinadas. O percentual de carboidrato foi maior no verão, e viu-se que ao longo dos 3 anos não houve diferença entre um ano e outro quando comparamos na mesma estação. Isso se deve ao fato das algas serem susceptíveis a alteração de macromoléculas ao longo das estações. Sendo assim, fica claro que o verão é a melhor estação para coletar a alga e ter uma maior extração de polissacarídeos sulfatados.

Palavras-Chave: macroalgas, polissacarídeos sulfatados, biotecnologia.

Introdução

O termo “alga” envolve os organismos que possuem clorofila “a” e um talo não diferenciado em raiz, caule ou folhas, com hábitos principalmente aquáticos, podendo ser encontradas em diversos ambientes terrestres e viverem associadas a outros organismos (VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004).

Um aspecto de grande importância, porém pouco estudada ou divulgada no meio científico, refere-se às propriedades nutricionais de algas, em relação às de plantas terrestres. Alguns trabalhos

¹Mestre, UFRN, barbara.biotec1@gmail.com

²Agronomia, UFRSA, valeria-nayara@hotmail.com

³Doutor, UFRSA, emmanuel.jereissati@ufersa.edu.br

⁴Doutor, UFRSA, juvaez@ufersa.edu.br

têm mostrado que elas são pobres em lipídios, e ricas em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (BENJAMA et al., 2011; KAMMOUN et al., 2011; VAN GINNEKEN et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012).

No Brasil, a diversidade de pesquisas com macroalgas é grande, e já tem sido comprovado que as algas apresentam um ótimo perfil bioquímico (DUBBER & HARDER, 2008), atividades antioxidantes (AHN et al., 2004), antimicrobianas (YAMASAKI et al., 2005), dentre outras.

As algas marinhas são organismos filogeneticamente distantes dos mamíferos. Elas podem ser divididas em três grandes grupos: as algas verdes; marrons e as vermelhas e são os únicos vegetais conhecidos que apresentam polissacarídeos sulfatados em sua composição (ROCHA et al., 2004).

Os polissacarídeos sulfatados (PS) são macromoléculas complexas e heterogêneas dotadas de radical sulfato presentes em tecidos animais (RODRIGUES et al., 2009). Esses polissacarídeos nas algas podem estar relacionadas ao armazenamento de reserva energética, a rigidez e flexibilidade da alga permitindo que ela cresça no meio aquoso e ao mesmo tempo se mantenha estendida o suficiente para que ela possa suportar a ação mecânica das ondas e dessa forma possa captar a luz solar e nutrientes de forma mais eficaz (ARAD;LEVY-ONTMAN, 2010).

Esses polímeros possuem uma versatilidade de aplicações biotecnológicas geradoras de interesses econômicos e científicos devido às suas propriedades reológicas e bioatividades (MOURÃO, 2015).

Contudo, o percentual de carboidratos nas algas varia bastante, sendo o tipo de alga, a estação do ano, o local de coleta fatores essenciais para determinar o teor de macromoléculas. Sendo assim, é importante determinar qual estação do ano é mais propícia para extração desses polissacarídeos sulfatados.

Portanto, o objetivo dessa pesquisa é determinar qual a estação do ano possui o maior teor de carboidratos.

Fundamentação Teórica

Algas Marinhas

Na costa brasileira ocorrem diversos tipos de habitats, que formam uma diversidade de ecossistemas. A grande riqueza genética dos ecossistemas marinhos brasileiros representa imenso potencial pesqueiro, biotecnológico, mineral e energético. Os bancos de algas marinhas destacam-se por serem áreas de reprodução, alimentação e habitat da fauna marinha (OLIVEIRA, 2010).

As algas constituem um grupo de organismos com ampla diversidade de formas, funções e estratégias de sobrevivência e que não tem origem monofilética, conforme demonstrado, em

especial, pela teoria da endossimbiose dos cloroplastos e das mitocôndrias e por estudos bioquímicos e de biologia molecular. Pode-se, então, conceituar algas como organismos fotossintéticos, que variam de uni a pluricelulares (BICUDO & MENEZES, 2010).

As algas ocorrem em todo o globo servindo como fonte de nutrientes para uma grande variedade de organismos aquáticos. Elas podem ser classificadas em macro (aquelas visualizadas a olho nu) e microalgas (visualizadas apenas através de microscópio) (MARINHO-SORIANO et al., 2011).

As macroalgas marinhas são organismos 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 que diferem entre si com relação à fisiologia e a composição físico-química (SOARES et al., 2012).

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 (Figura 1) podem ser marinhas ou dulcícolas, estudos da sua composição química são escassos, e o uso como alimento ainda pouco eficiente (ALGAS VERDES, 2012).

As algas pardas (Divisão Phaeophyta) são o grupo mais estudado (Figura 1), são fontes de iodo e ferro e 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).

As algas vermelhas (Divisão Rhodophyta) possuem aproximadamente 6000 espécies divididas em várias classes sendo a Gelidiales e Gracilariales (Figura 1) 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 1. Grupo de macroalgas marinhas.

Os compostos bioativos das algas são poucas conhecidas, em relação às de plantas terrestres, mas vários trabalhos têm mostrado que elas são pobres em lipídios, mas ricas em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (DAWCZYNSKI *et al.*, 2007). A presença de um percentual elevado de carboidrato, coloca as macroalgas como uma excelente candidata a extração de polissacarídeos sulfatados.

Os polissacarídeos sulfatados são um complexo de macromoléculas que podem interagir com uma ampla variedade de proteínas celulares e da matrix extracelular, além disso tem uma estrutura rica em poliânions. Nas algas vermelhas, essa molécula existe como galactanas que formam as carragenas e ágars (FONSECA *et al.*, 2008). Estas macromoléculas têm demonstrado possuir várias bioatividades, como antioxidante (PRAJAPATI *et al.*, 2014), efeitos protetivos a danos gástricos (DAMASCENO *et al.*, 2013), imunomoduladora da resposta inflamatória (COSTA, 2012), anti-leishmania (PIRES *et al.*, 2013), anti-inflamatória (ARAÚJO *et al.*, 2011), além de representaram uma nova classe de moléculas capazes de sequestrar espécies reativas de oxigênio e nitrogênio.

Além dessas bioatividades, a síntese dos polissacarídeos sulfatados (PS), tem gerado grande interesse na biotecnologia de produtos naturais, tendo em vista as suas propriedades geleificantes, espessantes e estabilizantes de misturas aquosas e emulsões na indústria de alimentos (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Estudos com polissacarídeos sulfatados de algas têm demonstrado que suas estruturas variam de espécies para espécies e estão sujeitos a variações ambientais (BEZERRA-NETO *et al.*, 2008). A complexidade na estrutura desses compostos é devido às muitas possibilidades de ligações entre os monossacarídeos e a distribuição de grupamentos sulfato.

Dentre as algas vermelhas, o gênero *Botryocladia* existente no litoral do Rio grande do Norte tem apresentado quantidades elevadas de carboidratos na sua composição. Contudo, é sabido que a composição bioquímica das macroalgas é extremamente susceptível as alterações ambientais, como salinidade, temperatura, pluviosidade (MARINHO-SORIANO *et al.*, 2006). Dessa forma, a

estação do ano e o local de coleta da alga são fatores a serem considerados para que exista um maior rendimento na extração de polissacarídeos sulfatados.

Portanto, nosso trabalho tem como objetivo determinar o percentual de carboidratos ao longo das estações do ano da macroalga *Botryocladia occidentalis*.

Metodologia

As algas foram coletadas ao longo de 3 anos no litoral do município de Rio do Fogo (RN), localizado na microrregião do Litoral Nordeste. Após a coleta, elas eram transportadas para o Laboratório de Bioquímica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e secas em estufa de circulação de ar a 60°C. Após o processo de secagem, eram realizadas as análises físico-químicas.

A determinação do teor de lipídios, umidade, cinzas e proteínas foi realizada seguindo a metodologia da AOAC (2011). Para os lipídios foram utilizados o método de Soxhlet, usando o hexano como solvente por um período de 8 horas. As proteínas foram quantificadas pelo método de micro-Kjedal, usando o fator 6,25 para correção. As cinzas foram avaliadas por incineração, a alga seca foi levada a mufla a 550°C por 4 horas. A umidade foi avaliada em estufa a 105°C por 4 horas. O percentual de carboidratos foi determinado pela diferença entre os outros componentes.

Os dados aprovados quanto à normalidade ($p > 0,05$, Shapiro-Wilk) foram submetidos à análise de variância (ANOVA one-way), a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todos os experimentos foram realizados em quadruplicata.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises bioquímicas das quatro estações do ano. Os resultados apresentados em cada estação são uma média ao longo dos 3 anos de coletas.

O tempo de secagem da *Botryocladia occidentalis* foi de 150 minutos, neste tempo encontramos que no outono e primavera apresentou os melhores resultados para a concentração de lipídios (5,47 % e 5,76 %, respectivamente). O maior teor de proteínas foi relacionado no inverno e primavera (10,49 % e 13,60 %, respectivamente), em relação as cinzas não houve modificações ao longo das estações. As cinzas quantificam a quantidade de minerais existente na amostra.

O percentual de carboidratos foi o mais elevado nas quatro estações, tendo percentuais de 60,62% no inverno, 53,33% na primavera, 64,14% no outono e 72,86% no verão, sendo este o período de maior teor de carboidrato na alga.

Parâmetros (%)	Verão	Primavera	Outono	Inverno
Umidade	3,45	3,56	3,61	3,78
Proteínas	10,56	13,60	11,67	10,49*
Lipídios	5,35	5,76	7,47	5,30
Cinzas	25,97	35,76	30,65	31,90
Carboidratos	72,86	53,33**	64,14*	60,62*

Tabela 1. Composição bioquímica da *Botryocladia occidentalis* nas diferentes estações do ano. Os * determinam diferenças estatísticas entre as estações.

Nós monitoramos a concentração dos compostos biológicos da *Botryocladia occidentalis* por 3 anos, e observamos que as concentrações desses compostos não são fixas, elas variam durante as estações, porém quando analisamos a mesma estação em anos diferentes esses valores não modificam de forma significativa.

Apesar da composição química das algas ainda ser pouco estudada em relação às plantas terrestres, é sabido que as algas são ricas em carboidratos, proteínas e minerais, bem como compostos bioativos, como polifenóis, terpenóides, carotenóides e tocoferóis (GUPTA; ABUGHANNAM, 2011). A literatura relata que as algas produzem grandes variedades de compostos metabólicos que não são produzidos por plantas terrestres (PLAZA; CIFUENTES; IBÁÑEZ, 2008).

Segundo Marinho-Soriano e colaboradores (2006) as algas apresentam variações no seu conteúdo de macromoléculas, seja por diferenças de espécies, de estação do ano, ou de local de coleta. O que corrobora com nossos dados, pois vimos que existe uma diferença significativa entre as estações do ano com relação a todos os compostos avaliados, exceto os minerais (cinzas).

Khairy e colaboradores (2013) realizou um trabalho semelhante a este, no qual ele avaliou as variações sazonais de 3 algas diferentes na costa do Egito. Neste estudo ele observou que a alga vermelha produzia uma maior quantidade de carboidrato na primavera, seguida do verão. Contudo, o valor absoluto encontrado pelo autor difere bastante (50%) do encontrado nesta pesquisa (70%). Isso se deve ao fato de ser a mesma espécie, e o local de coleta serem diferentes.

Tabassum e colaboradores (2016) demonstraram que existe uma relação entre as estações e o consumo de carboidratos, ele mostrou que as algas tendem a elevar sua reserva de polissacarídeos no verão e consumí-la durante o inverno, isso corrobora com nossos resultados, mostrando que no verão há um percentual maior de carboidratos.

Praiboon e colaboradores (2017) estudando o gênero *Sargassum* determinou que no verão havia uma quantidade maior de carboidratos quando comparada com as outras estações.

Diante do exposto, fica claro que o percentual de carboidratos é maior no verão, sendo assim é mais fácil encontrar polissacarídeos sulfatados de interesse biotecnológico neste período, ou seja,

é importante coletar a macroalga no verão.

Conclusões

A possibilidade de encontrar polissacarídeos sulfatados que exibem forte atividade antioxidante, anti-inflamatório e antibacteriano na *Botryocladia occidentalis* é maior no verão, pois nesta estação existe um percentual maior de carboidratos.

Referências

AOAC. **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS**. Official methods of analysis. 19 ed. Arlington, 2011.

ALGAS VERDES (2012). **Algas verdes: o que caracteriza?** Disponível em: <<http://www.dbi.uem.br/algas-verdes.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017.

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.

ARAD,S.M.; LEVY-ONTMAN, O. Red microalgal cell-wall polyssacharides: biotechnological aspects. **Current opinion in biotechnology**, v.21, n.3, p.358-364, 2010.

ARAÚJO, I. W. F., VANDERLEI, E. D. S. O., RODRIGUES, J. A. G., COURA, C. O., QUINDERÉ, A. L. G., FONTES, B. P. Effects of a sulfated polysaccharide isolated from the red seaweed *Solieria filiformis* on models of nociception and inflammation. **Carbohydrate Polymers**, 86, 1207–1215, 2011.

BENJAMA, O.; MASNIYOM, P. Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. Songklanakarin **J. Sci. Technol.**, Songkla, n. , p.575-583, out. 2011.

BEZERRA-NETO, J. T. B.; RODRIGUES, J. A. G.; PONTES, G. C.; FARIAS, W. R. L. Polissacarídeos sulfatados da alga *Caulerpa sertularioides*(GMEL.) HOWE: análise de metodologias de precipitação. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, p. 50-62, 2008.

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. **Algas: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2010. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB097963>. Acesso em 17 de set de 2017.

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.

COSTA, M.S.S.P.; COSTA, L.S.; CORDEIRO, S.L.; ALMEIDA-LIMA, L.; DANTAS-SANTOS, N.; MAGALHÃES, K.D.; SABRY, D.A.; ALBUQUERQUE, I.R.L.; PEREIRA, M.R.; LEITE, 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*. **J Appl Phycol**, v. 24, p. 1159-1167, 2012.

DAMASCENO, R.; RODRIGUES, J.C.; SILVA, R.O.; NICOLAU, L.A.; CHAVES, L.S.; FREITAS, A.L. Role of the NO/K ATP pathway in the protective effect of a sulfated-polysaccharide fraction from the algae *Hypnea musciformis* against ethanol-induced gastric damage in mice. **Revista Brasileira De Farmacognosia**, 23, pp. 320-328, 2013.

DAWCZYNSKI, C.; SCHUBERT, R.; JAHREIS, G. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. **Food Chem** 103: 891-899. 2007.

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.

FONSECA, R. J.; OLIVEIRA, S. N. M.; MELO, F. R.; PEREIRA, M. G.; BENEVIDES, N. M.; MOURÃO, P. A. Slight differences in sulfation of algal galactans account for differences in their anticoagulant and venous antithrombotic activities. **Thrombosis and Haemostasis**, 99(3), 539-545, 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 & Emerging Technologies**, v. 12, n. 4, p. 600-609, 2011.

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.

KHAIRY, H.M.; EL-SHAFAY, S.M. Seasonal variations in the biochemical composition of some common seaweed species from the coast of Abu Qir Bay, Alexandria, Egypt. **Oceanologia**, 55 (2), pp. 435-452, 2013.

MARINHO-SORIANO, E.; FONSECA,P.C.; CARNEIRO, M.A.A.; MOREIRA, W.S.C. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. **Bioresource Technology**. Volume 97, Issue 18, Pages 2402-2406, 2006.

MARINHO-SORIANO, E.; PINTO, E.; YOKOYA, N. S.; COLEPICOLO, P.; TEXEIRA, V. L.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Frontiers on algae bioactive compounds. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Rio de Janeiro, p.1-1, abr. 2011.

MOURÃO, P. A. S. Perspective on the use of sulfated polysaccharides from marine organisms as a source of new antithrombotic drugs. **Mar. Drugs**, 1(5): 2770-2784, 2015.

OLIVEIRA, E. C.; HORTA, P. A; AMÂNCIO, C. E.; SANT'ANNA, C. L. (2010). **Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, exploração e conservação**. Disponível em http://www.plantas_marinhasbrasil.pdf. Acesso 23 set 2017.

- PIRES, C., RODRIGUES, S. D., BRISTOT, D., GAETA, H. H., TOYAMA, D. O., FARIAS, W. R. L. Evaluation of macroalgae sulfated polysaccharides on the *Leishmania (L.) amazonensis* promastigote. **Marine Drugs**, 11, 934–943, 2013.
- PLAZA, M., CIFUENTES, A., IBAÑEZ, E. In the search of new functional food ingredients from algae. **Trends in Food Science and Technology**, v. 19, p. 31–39, 2008.
- PRAIBOON, J.; PALAKAS, S.; NOIRAKSA, T.; MIYASHITA, K. Seasonal variation in nutritional composition and anti-proliferative activity of brown seaweed, *Sargassum oligocystum*. **J Appl Phycol**. 2017.
- PRAJAPATI, V. D., MAHERIYA, P. M., JANI, G. K. & SOLANKI, H. K. Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications. **Carbohydrate Polymers**, 105(25): 97-112, 2014.
- 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 2017.
- ROCHA, H.A.O.; FARIAS, E.H.C.; BEZERRA, L.C.L.M.; ALBUQUERQUE, I.R.L.; MEDEIROS, V.P.; QUEIROZ, K.C.S.; LEITE, E.L. Polissacarídeos sulfatados de algas marinhas com atividade anticoagulante. **Infarma**, v.16, nº 1-2, 2004.
- RODRIGUES, J. A. G., TORRES, V. M., ALENCAR, D. B., SAMPAIO, A. H. & FARIAS, W. R. L. Extração e atividade anticoagulante dos polissacarídeos sulfatados da alga marinha vermelha *Halymenia pseudofloresia*. **Rev. Ciên. Agron.**, 40(2): 224-231, 2009.
- RODRIGUES, J.A.G.; VANDERLEI, E. S. O.; QUINDERÉ, A.L.G.; FONTES, B.P.; BENEVIDES, N.M.B. Polissacarídeos sulfatados isolados das clorofíceas *Caulerpa racemosa* e *Caulerpa cupressoides*— extração, fracionamento e atividade anticoagulante. **Revista: Acta Scientiarum. Biological Sciences** 2010 32(2).
- 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.
- TABASSUM M.R.; XIA, A.; MURPHY, J.D. The effect of seasonal variation on biomethane production from seaweed and on application as a gaseous transport biofuel. **Bioresour. Technol.**, 209 (2016), pp. 213-219.
- 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.
- 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.