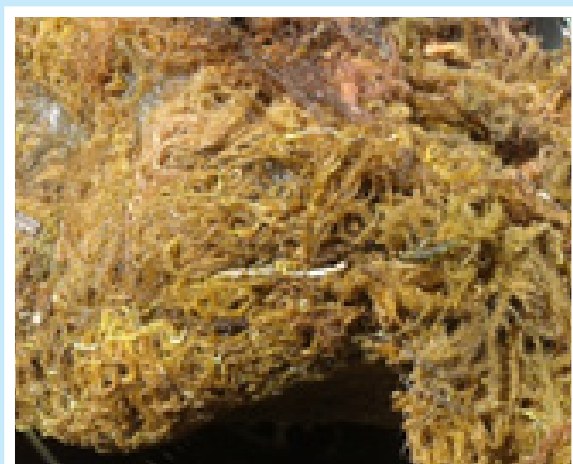


Extração e Caracterização da Kappa-Carragenana



ISSN 1679-6543

Setembro, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 145

Extração e Caracterização da Kappa-Carragenana

Marcelo Alves da Costa

Moacir Jean Rodrigues

Lícia Amazonas Braga

Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo

Ebenezer de Oliveira Silva

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Embrapa Agroindústria Tropical

Fortaleza, CE

2017

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Gustavo Adolfo Saavedra Pinto*
Secretária-executiva: *Celli Rodrigues Muniz*
Secretária-administrativa: *Eveline de Castro Menezes*
Membros: *Janice Ribeiro Lima, Marlos Alves Bezerra, Luiz Augusto Lopes Serrano, Marlon Vagner Valentim Martins, Guilherme Julião Zocolo, Rita de Cássia Costa Cid, Eliana Sousa Ximendes*

Supervisão editorial: *Ana Elisa Galvão Sidrim*
Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*
Normalização: *Rita de Cassia Costa Cid*
Fotos da capa: *Marcelo Alves da Costa*
Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

On-line (2017)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Extração e caracterização da Kappa-Carragenana / Marcelo Alves da Costa... [et al.] – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017.

19 p. : il. ; 14,8 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 145).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Extração aquosa. 2. Polissacarídeo. 3. *Hypnea musciformis*. I. Costa, Marcelo Alves da. II. Rodrigues, Moacir Jean. III. Braga, Licia Amazonas. IV. Azeredo, Henriette Monteiro Cordeiro de. V. Silva, Ebenezer de Oliveira. VII. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. Série.

CDD 547.782

© Embrapa 2017

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	12
Conclusão	17
Referências	18

Extração e Caracterização da Kappa-Carragenana

Marcelo Alves da Costa¹

Moacir Jean Rodrigues²

Lícia Amazonas Braga³

Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo⁴

Ebenezer de Oliveira Silva⁵

Men de Sá Moreira de Souza Filho⁶

Resumo

A carragenana é um dos principais polissacarídeos utilizados pela indústria de alimentos, sendo aplicada principalmente como espessante, geleificante, emulsificante e estabilizante. O processo de extração aquosa da carragenana é baseado na sua solubilidade em água a elevadas temperaturas e insolubilidade em solvente orgânico polar (álcool), obtendo-se um produto refinado. Utilizando diferentes proporções de água (1:10; 1:20; 1:60 e 1:120, m/v), para reidratação do tecido seco da alga marinha *Hypnea musciformis*, avaliou-se a influência da variação dessa etapa do processo no rendimento do polissacarídeo sulfatado extraído, selecionando-se então a melhor combinação para extração e, posteriormente, caracterizando-se o

¹ Tecnólogo em processos químicos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, CE, marcelo@acep.org.br

² Tecnólogo em Processos Químicos, mestrando em Energias Renováveis pelo Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, CE, mjeanrodri@gmail.com

³ Engenheira de alimentos, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, doutoranda em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN liciaamazonas@yahoo.com.br

⁴ Engenheira de alimentos, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, henriette.azeredo@embrapa.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, ebenezer.silva@embrapa.br

⁶ Engenheiro químico, doutor em Engenharia de Produção, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, men.souza@embrapa.br

produto por meio de análises térmicas (TGA) e físico-químicas (FT-IR, força do gel, umidade, cor, pH e cinzas), a fim de verificar a qualidade do polissacarídeo. Os resultados de rendimento obtidos demonstraram que a quantidade do polissacarídeo extraído se apresentou mais satisfatória quando utilizada mais água em relação às algas. Portanto, selecionou-se a proporção 1:120 (m/v) como melhor combinação para obtenção e caracterização da carragenana. Os resultados das análises realizadas demonstraram tratar-se de um polissacarídeo refinado, de boa qualidade e apto para as mais diversas aplicações a exemplo de géis e filmes biodegradáveis.

Termos para indexação: Extração aquosa, polissacarídeo, *Hypnea musciformis*.

Extraction and Characterization of Kappa-Carrageenan

Abstract

*The carrageenan is a major polysaccharide used by the food industry, applied mainly as thickening, gelling, emulsifier and stabilizer. The process of aqueous extraction of carrageenan is based on its solubility in water at elevated temperatures and insolubility in polar organic solvent (alcohol), obtaining a refined product. Using different proportions of water, 1:10; 1:20; 1:60 and 1:120 (w/v), for rehydration of the dried tissue of marine alga *Hypnea musciformis*, we evaluated the influence of the variation of this stage of the process yield sulfated polysaccharide extracted, then selecting the best combination for extraction and, posteriorly, product characterization through thermal analysis (TGA) and physical-chemical (FT-IR, Gel strength, Humidity, Color, pH and Ashes), thus checking the quality of the polysaccharide in question. The yield results showed that the amount of polysaccharide extracted presented a more satisfactory when used over water relative algae. Therefore, we selected the ratio 1:120 (m/v) as best combination for obtaining and characterization of carrageenan. The results of the analyzes demonstrated that this is a refined polysaccharide, good quality and suitable for the most diverse applications example gels and biodegradable films.*

*Index terms: Aqueous extraction, polysaccharide, *Hypnea musciformis*.*

Introdução

O Brasil apresenta uma faixa litorânea que abrange cerca de 8 mil quilômetros, caracterizado principalmente pela imensa diversidade biológica encontrada nos mais variados ecossistemas, incluindo inúmeras espécies que apresentam considerável valor econômico. Esse fato justifica a necessidade de estudar o potencial de uso desses recursos por meio de métodos de manejo apropriados ou mesmo da implementação de cultivos massivos de espécies nativas, proporcionando uma alternativa de desenvolvimento sustentável para as comunidades ali localizadas (REIS; YONESHIGUE-VALENTIN, 1998).

A região costeira compreendida entre o Ceará e o norte do Rio de Janeiro abriga a maior diversidade de algas do País. Em relação à exploração de espécies comerciais, a atividade de maior intensidade corresponde à coleta de algas vermelhas no litoral do Nordeste, para extração de polissacarídeos, principalmente na costa entre Ceará e Paraíba (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

Os polissacarídeos hidrossolúveis, também chamados de coloides hidrofílicos ou simplesmente hidrocoloides, são polímeros de origem vegetal, animal, microbiana ou até mesmo sintética, que normalmente possuem grande quantidade de grupos hidroxila. Podem estar presentes naturalmente ou serem adicionados em diversos sistemas para controle das suas propriedades funcionais (GAVA et al., 2008). Quando são extraídos das algas, são denominados especificamente de “ficocoloides”.

As carragenanas constituem o terceiro hidrocoloide mais importante na área alimentar, logo após da gelatina, de origem animal, e do amido, de origem vegetal, e o seu mercado tem apresentado crescimento anual de 3% nos últimos anos, o que demonstra a sua crescente relevância (MASIH NETO, 2009).

As diversas propriedades funcionais desses compostos e a crescente demanda de ficocoloides do mercado nacional, suprida pela importação de algas e/ou coleta em bancos naturais (extrativismo), têm motivado a

maricultura de algas no Brasil, como, por exemplo, da espécie rodófitica *Hypnea musciformis* (CUNHA et al., 1999; REIS et al., 2006), bem como estudos experimentais abordando a influência de fatores abióticos (BRAVIN; YONESHIGUE-VALENTIN, 2002) e bióticos (REIS et al., 2003) no seu crescimento, além de associações com outras algas (COSTA et al., 2012), objetivando estimular a obtenção racional desse recurso marinho (RODRIGUES et al., 2011), com finalidades comerciais, e redução da exploração predatória, principal meio de obtenção praticado atualmente.

As algas do gênero *Hypnea* têm sido utilizadas como matéria-prima para produção industrial de carragenanas, sendo sua biomassa coletada principalmente das algas arribadas nas praias e não diretamente nos bancos naturais de crescimento (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

O presente trabalho buscou avaliar a influência da variação da quantidade de água utilizada no processo de extração da carragenana, bem como selecionar um processo que permita a obtenção do melhor rendimento e, por fim, caracterizar o polissacarídeo extraído por meio do processo selecionado.

Material e Métodos

Obtenção da alga marinha

Amostras de alga marinha da espécie *Hypnea musciformis* foram coletadas manualmente na região costeira da Praia de Flecheiras, no Município de Trairi, CE, e transportadas para o Laboratório de Tecnologia de Biomassa (LTB) da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, CE, onde foi conduzida a pesquisa. A biomassa foi lavada com água destilada e separada de outros organismos e/ou sedimentos, permanecendo estocada em câmara refrigerada (6 °C) até o seu processamento para extração dos polissacarídeos.

A exsiccata da alga marinha *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamouroux encontra-se depositada no Herbário Prisco Bezerra (EAC), da Universidade Federal do Ceará (UFC), sob o código EAC 56149.

Extração dos polissacarídeos

Inicialmente, as algas foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar ACBLABOR (45 °C/48 h) e trituradas em moinho de facas STAR FT80. Porções da alga triturada (5 g), pesadas em balança analítica MARTE AY220, foram submetidas à extração aquosa nas proporções 1:10; 1:20; 1:60 e 1:120 (m/v) para a obtenção dos polissacarídeos sulfatados totais. Cada porção da alga reidratada permaneceu sob agitação constante em placa magnética IKA C-MAG HS7 (25 °C/24 h). A fase líquida remanescente ao final de cada período de reidratação foi descartada. Em seguida, foi adicionada novamente água destilada, na respectiva proporção experimental, e então as algas foram submetidas a aquecimento em banho termostático LUCADEMA 150/22/D (80 °C/4 h) para extração das carragenanas. O extrato obtido foi filtrado, e ao seu sobrenadante foi adicionado de álcool comercial na proporção 1:3 (v/v), permanecendo em repouso (24 h/4 °C) para precipitação das carragenanas. O precipitado obtido foi então dialisado (membrana de celulose SIGMA-ALDRICH 76 mm) exaustivamente contra água destilada, com trocas diárias baseadas na leitura de alcoômetro INCOTERM 5684, até a completa retirada do álcool, e, por fim, congelado em ultrafreezer SANYO MDF-U33V e liofilizado para a obtenção da carragenana sólida (Figura 1).

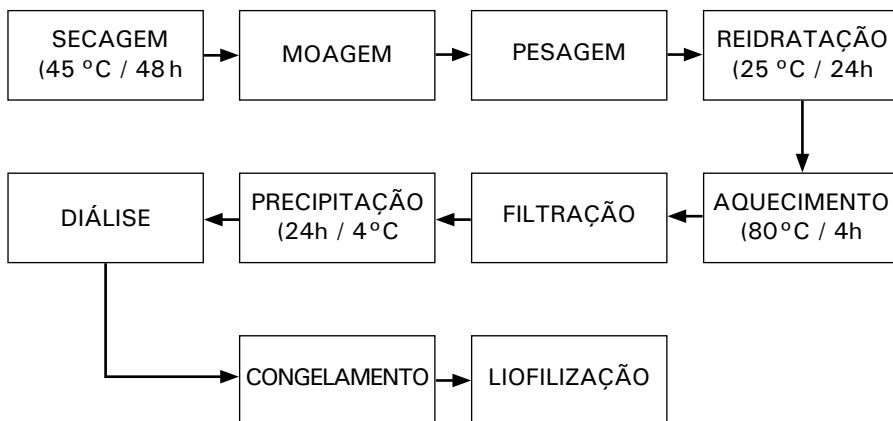


Figura 1. Fluxograma do processo de extração das carragenanas.

Avaliação do rendimento

O rendimento foi calculado pela razão entre a massa da carragenana (m_c) obtida ao final de cada variação do processo de extração aquosa e a massa inicial de tecido seco da alga (m_a) utilizada, conforme Equação 1:

$$R(\%) = \frac{m_c}{m_a} \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR)

A medida foi realizada em espectrômetro VARIAN 660-IR, na região do infravermelho médio, 4.000 cm^{-1} a 400 cm^{-1} , utilizando uma mistura homogênea, prensada em forma de pastilha, da amostra com brometo de potássio (KBr).

Análise termogravimétrica (TGA)

A medida foi realizada em termoanalisador PERKIN ELMER STA 6000, sob atmosfera oxidante de ar sintético, com fluxo de gás de 50 mL/min , na faixa de temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ a $600 \text{ }^\circ\text{C}$, aplicando taxa de aquecimento de $10 \text{ }^\circ\text{C/min}$, utilizando 30 mg da amostra triturada.

Potencial hidrogeniônico (pH)

A medida foi realizada em pHmetro GEHAKA PG1800, utilizando um gel a $6,67\%$ (m/v) da amostra dissolvida em água destilada, preparada sob aquecimento ($60 \text{ }^\circ\text{C}$) e agitação constante durante 30 minutos. Após o preparo, o gel permaneceu em repouso até atingir a temperatura ambiente e, em seguida, foi realizada a leitura.

Força do gel

A medida foi realizada em texturômetro STABLE TA-XT2i, utilizando um gel a $6,67\%$ (m/v) da amostra dissolvida em água destilada, preparada sob aquecimento ($60 \text{ }^\circ\text{C}$) e agitação constante durante 30 minutos. Após o preparo, o gel permaneceu em repouso até atingir a temperatura ambiente e, em seguida, foi submetido à refrigeração ($10 \text{ }^\circ\text{C}/17 \text{ h}$). Após esse período, foi realizada a medida com probe cilíndrico P/0.5R e submersão em 4 mm .

Cor

A leitura da coloração foi realizada em colorímetro KONICA MINOLTA CR-400 baseada nas coordenadas L^* , a^* , b^* , medida diretamente na superfície da amostra.

Umidade

O teor de umidade foi determinado por técnica gravimétrica. O cadinho utilizado foi secado em estufa a vácuo MARCONI MA 30/12 (105 °C/2 h). Após o período de secagem, com o auxílio de uma pinça metálica, o cadinho foi transferido para o dessecador, permanecendo por 30 minutos. Decorrido o tempo de resfriamento, foi pesado em balança analítica MARTE AY220 (P_1). Em seguida, pesaram-se 2 g da amostra juntamente com o cadinho seco (P_2). O conjunto (cadinho seco + amostra) foi então colocado na estufa (105 °C/3 h). Após o período, o conjunto foi transferido para o dessecador, permanecendo por 30 minutos, quando verificou-se peso constante. Decorrido o tempo de resfriamento, foi novamente pesado (P_3).

O teor de umidade foi obtido por meio da razão entre as diferenças de peso, conforme Equação 2:

$$U(\%) = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por técnica gravimétrica. O cadinho utilizado foi calcinado em forno mufla QUIMIS (600 °C/30 min). Após o período de calcinação, com o auxílio de uma pinça metálica, o cadinho foi transferido para o dessecador, permanecendo por 30 minutos. Decorrido o tempo de resfriamento, foi pesado em balança analítica MARTE AY220 (P_1). Em seguida, pesou-se 1,5 g da amostra juntamente com o cadinho calcinado (P_2). O conjunto (cadinho calcinado + amostra) foi então colocado no forno mufla (600 °C/3 h). Após o período, o conjunto foi transferido para o dessecador, permanecendo por 30 minutos. Decorrido o tempo de resfriamento, foi novamente pesado (P_3).

O teor de cinzas foi obtido por meio da razão entre as diferenças de peso, conforme Equação 3:

$$C(\%) = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

Resultados e Discussão

Rendimento

Os testes de rendimento foram realizados em duplicata, sendo considerado o rendimento médio dos processos de extração conforme Tabela 1.

Tabela 1. Processos de extração aquosa e rendimentos.

Proporção (m/v)	Massa da alga (m_a)	Massa da carragenana (m_c)	Rendimento (%)	Rendimento médio (%)
1:10	5,0001 g	0,8394 g	16,79	16,36
	5,0001 g	0,7973 g	15,94	
1:20	5,0000 g	1,0527 g	21,05	21,66
	5,0001 g	1,1137 g	22,27	
1:60	5,0004 g	1,9068 g	38,13	37,96
	5,0004 g	1,8895 g	37,79	
1:120	5,0002 g	2,2894 g	45,79	45,94
	5,0006 g	2,3045 g	46,08	

Os resultados de rendimento obtidos demonstram que o processo de extração que utilizou a maior proporção de água possibilitou a obtenção do maior rendimento da κ -carragenana, seguido dos demais na respectiva ordem decrescente.

Os processos que envolveram menor proporção de água não apresentaram rendimento satisfatório, possivelmente porque uma grande parcela de água foi perdida por evaporação durante a etapa de aquecimento, o que resultou em menor quantidade de sobrenadante após a filtração e, conseqüentemente, menor precipitação da κ -carragenana.

Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR)

O espectro da absorção de infravermelho foi obtido utilizando 25 scans, conforme Figura 2.

A análise orgânica qualitativa foi realizada por correlação entre as absorções de estiramento e/ou deformação, em número de onda (cm^{-1}), e os respectivos grupos funcionais ou ligações químicas correspondentes, baseando-se nas bandas de absorção do infravermelho.

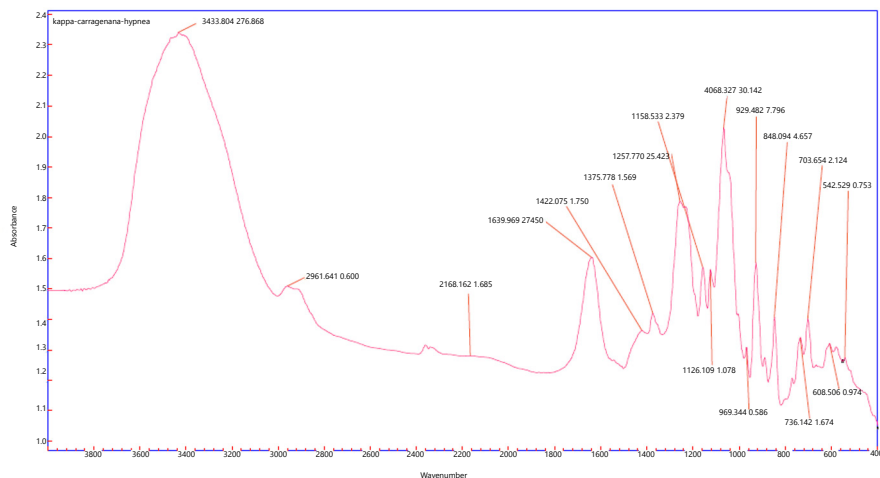


Figura 2. Espectro da absorção de infravermelho.

A presença da banda de absorção na região entre 3.000 cm^{-1} e 3.600 cm^{-1} ($3.433,804$) corresponde aos grupamentos hidroxila; entre 1.210 cm^{-1} e 1.260 cm^{-1} ($1.257,770$), aos grupamentos éster sulfato e, entre 1.010 cm^{-1} e 1.080 cm^{-1} ($1.068,327$), às ligações glicosídicas, que são encontrados em todas as formas da carragenana. Já entre 925 cm^{-1} e 935 cm^{-1} ($929,482$) corresponde à ligação 3,6-anidro-D-galactose (DA) e, entre 840 cm^{-1} e 850 cm^{-1} ($848,094$), à ligação D-galactose-4-sulfato (G4S), que são características da κ -carragenana.

Análise termogravimétrica (TGA)

A curva termogravimétrica (termograma) foi obtida utilizando análise dinâmica, conforme Figura 3.

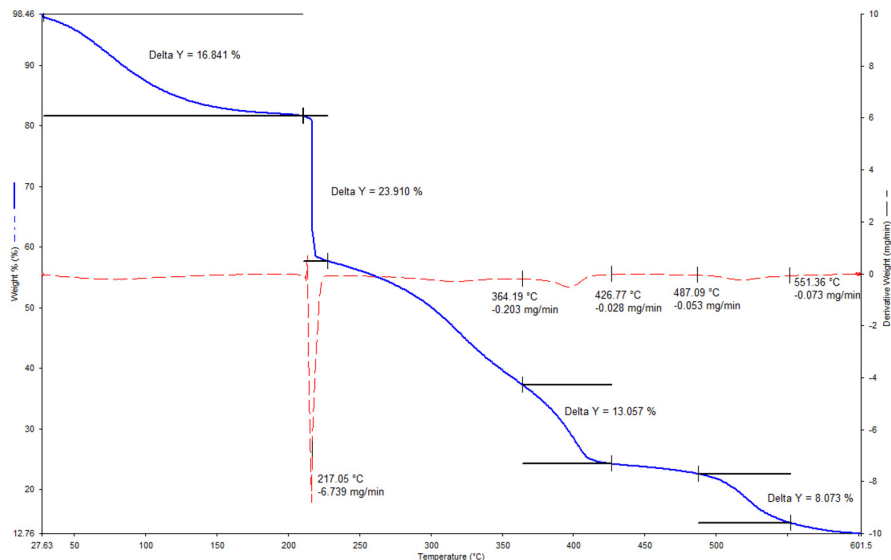


Figura 3. Curva termogravimétrica.

A variação de massa inicial corresponde à redução progressiva da umidade (água) presente na κ -carragenana. Em seguida, observam-se diferentes estágios de variação de massa correspondentes à decomposição térmica dos constituintes orgânicos.

Na faixa de temperatura analisada, não foi possível observar o resíduo da degradação da κ -carragenana, ou seja, a carga de matéria inorgânica que não sofre decomposição térmica.

Potencial hidrogeniônico (pH)

As medidas de pH foram realizadas em duplicata, sendo considerada a média das leituras efetuadas, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Valores de pH.

	L_1	L_2	Média
pH	5,66	5,70	5,68
Temperatura (°C)	28,5	28,1	28,3

O resultado de pH obtido demonstrou que a mistura formada é levemente ácida, uma vez que, em solução a κ -carragenana, comporta-se como coloide hidrofílico aniônico.

Força do gel

As medidas de força do gel foram realizadas em duplicata, sendo considerada a média das forças obtidas, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Medidas de força do gel.

	R_1	R_2	Média
Força (g)	379,39	389,16	384,28

O resultado de força do gel obtido demonstrou que a mistura formada apresenta alto bloom, ou seja, o gel da κ -carragenana é forte.

A força do gel está relacionada à sua elasticidade mecânica, aumentando conforme a concentração e o tempo de gelificação da solução.

Cor

As medidas de cor foram realizadas em duplicata, sendo considerada a média das leituras efetuadas, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Coordenadas retangulares para cor.

	L_1	L_2	Média
Luminosidade (L^*)	70,43	76,42	73,42
Coordenada a^*	-0,44	-0,41	-0,42
Coordenada b^*	7,83	8,23	8,03

Os resultados de cor obtidos demonstraram que a luminosidade da κ -carragenana tende ao branco, a coordenada cromática no eixo das abscissas tende levemente ao verde, e a coordenada cromática no eixo das ordenadas tende moderadamente ao amarelo.

Quanto mais a luminosidade tende ao branco (100) e as coordenadas cromáticas a^* e b^* tendem ao centro (acromático), mais refinado é o produto analisado.

Umidade

As pesagens obtidas nas etapas para a medida de umidade são mostradas na Tabela 5.

Tabela 5. Medida de umidade.

Massa do cadinho seco (P ₁)	Massa do cadinho seco + amostra (P ₂)	Massa do cadinho seco + amostra seca (P ₃)	Umidade (%)
66,0240 g	68,0236 g	67,7829 g	12,04

O resultado de umidade obtido demonstrou que a κ -carragenana é estável química e biologicamente para armazenagem, sob determinadas condições, a médio-longo prazo.

Cinzas

As pesagens obtidas nas etapas para a medida de cinzas são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6. Medida de cinzas.

Massa do cadinho calcinado (P1)	Massa do cadinho calcinado + amostra (P2)	Massa do cadinho calcinado + amostra calcinada (P3)	Cinzas (%)
66,0162 g	67,5160 g	66,2318 g	14,38

O resultado de cinzas obtido demonstrou que a quantidade de matéria inorgânica presente na κ -carragenana é relativamente pequena, sendo constituída basicamente de matéria orgânica.

Conclusão

O rendimento obtido demonstra que a alga marinha *Hypnea musciformis*, típica do litoral brasileiro, apresenta grande potencial como fonte para extração e produção industrial da κ -carragenana, reforçando a viabilidade do investimento na maricultura da espécie com o objetivo de reduzir progressivamente a colheita em bancos naturais ou mesmo de algas arribadas, proporcionando, assim, uma alternativa de uso sustentável.

As características obtidas comprovam o grau de refino e a boa qualidade do polissacarídeo extraído.

Referências

BRAVIN, I. C.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Influência de fatores ambientais sobre o crescimento *in vitro* de *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 4, p. 469-474, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v25n4/a11v25n4>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

COSTA, I. O.; CAIRES, T. A.; PEREIRA FILHO, G. H.; NUNES, J. M. de C. Macroalgas bentônicas associadas a bancos de *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamour. (Rhodophyta - Gigartinales) em duas praias do litoral baiano. **Acta Botanica Brasílica**, v. 26, n. 2, p. 493-507, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v26n2/25.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

CUNHA, S. R. *et al.* Potencial de crescimento de macroalgas cultiváveis presentes na enseada de Armação do Itapocoroy (Penha, SC): avaliação preliminar. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 3, n. 1, p. 17-25, 1999. Disponível em: <<http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/2466/1672>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

MASIH NETO, T. **Cultivo da carragenófito *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamour. (Gigartinales - Rhodophyta) em estruturas long-line**. 2009. 56 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

REIS, R. P.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Variação espaço-temporal de populações de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta- Gigartinales) na Baía de Sepetiba e Armação dos Búzios, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 12, n. 3, p. 465-483, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v12n3s1/v12n3s1a15.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2014.

REIS, R. P.; LEAL, M. C.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; BELLUCO, F. Efeito de fatores bióticos no crescimento de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta - Gigartinales). **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 279-286, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v17n2/a10v17n2>>. Acesso em: 03 set. 2014.

REIS, R. P.; CALDEIRA, A. Q.; MIRANDA, A. P. dos S.; BARROS-BARRETO, M. B. Potencial para maricultura da carragenófito *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamour. (Gigartinales - Rhodophyta) na Ilha da Marambaia, Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 763-769, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v20n4/02.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

RODRIGUES, J. A. G.; ARAÚJO, I. W. F. de; PAULA, G. A. de P.; LIMA, T. de B.; BESSA, E. F.; BENEVIDES, N. M. B. Carragenana da epífita *Hypnea musciformis* obtida do cultivo experimental de *Solieria filiformis* em Flecheiras, Estado do Ceará, Brasil. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 137-144, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/9096/9096>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n1/18822.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2014.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

