

Estudo da Extração De Ágar da Macroalga *Gracilaria caudata* J. Agardh para Utilização em Fins Alimentícios

Study of the Extraction of Macroalga of Agar *Gracilaria caudata* J. Agardh Purposes For Use In Food

Isanna Menezes Florêncio¹, Eliane Rolim Florentino², Flávio Luiz Honorato da Silva³, Vanessa Silva Fernandes⁴,
Mônica Tejo Cavalcanti^{5*}

RESUMO - O ágar é um polissacarídeo hidrossolúvel que, quando incorporado a alimentos possui propriedades de alteração das características reológicas, estabilização de emulsões, promoção de suspensão de partículas, controle da cristalização e inibição da sinérese de alimentos processados, por serem polímeros de cadeia longa que se dissolvem ou dispersam em água. Analisando sua funcionalidade objetivou-se, com esta pesquisa, estudar a extração do ágar da *Gracilaria caudata* J. Agardh, na qual foram feitas as caracterizações morfológicas, físico-químicas e toxicológicas, concluindo-se que a alga em estudo pode ser consumida sem risco à saúde. Quanto ao rendimento do ágar nativo da alga, foi obtido uma média de 6,5% de ágar, com a alga inteira, 300 mL de água para 10 gramas de alga. Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que o ágar nativo é uma excelente alternativa para os laticínios brasileiros, tornando-se um produto de fácil acesso e de tecnologia simplificada.

Palavras-chave: polissacarídeo hidrossolúvel, toxicidade, ágar nativo

SUMMARY - Agar is a water soluble polysaccharide which, when incorporated into food has properties to modify the rheological characteristics, stabilization of emulsions, suspension promotion particle, the crystallization control and inhibition of syneresis processed foods because they are long-chain polymers dissolve or disperse in water. Analyzing functionality aimed to, with this research, studying the extraction of agar from *Gracilaria caudata* J. Agardh, which were made to the morphological characterization, physicochemical and toxicological properties, concluding that the algae under study can be consumed without risk to health. As regards the yield of native agar alga was obtained an average of 6.5% agar, with the whole seaweed, 300 mL of water to 10 g seaweed. The present results show that the native agar is an excellent alternative to dairy products in Brazil, making it a product of easy access and simplified technology.

Keywords: water-soluble polysaccharide, toxicity, native agar

INTRODUÇÃO

As algas são usadas em todo o mundo com um grande leque de aplicações, sendo o uso principal na alimentação humana. O Japão e a China são os países que mais utilizam algas como alimento. As algas são também utilizadas na extração de ficocolóides, com propriedades gelificantes, bastante úteis com aplicabilidades tanto científica como tecnológica (McHUGH, 2003), encontrados em muitos casos nas algas do gênero *Gracilaria*.

A *Gracilaria caudata* J. Agardh pode ser encontrada em quase toda a costa brasileira, estando distribuída entre os estados do Maranhão até Santa Catarina. Ela é muito coletada para fins industriais, tanto

para a extração do ágar como para utilização direta na culinária (BELLORIN, 2002; OLIVEIRA FILHO, 1977; OLIVEIRA & MIRANDA, 1998).

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

O ágar compreende-se de duas frações: a agarose e a agarpectina, sendo considerada uma mistura

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/05/2012; aprovado em 30/06/2012

¹ Doutora em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG E-mail: isannamenezes@hotmail.com

² Prof. D. Sc. do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba - UEPB E-mail: elianerf@yahoo.com.br

³ Prof. D. Sc. do Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal da Paraíba - UFPB E-mail: flavioluizh@yahoo.com.br

⁴ Graduanda em Química Industrial – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB E-mail: vanessa2fernandes@gmail.com

⁵ Prof. D. Sc. do – Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG E-mail: monicatejoc@yahoo.com.br

complexa de polissacarídeos. A agarpectina possui baixo poder de gelificação, já a agarose é um componente geleificante (FERRARIO & SAR, 1996). A concentração máxima de ágar utilizado em uma formulação é de 1% ou menos, devido ao seu alto poder gelificante. Com o passar do tempo, entendeu-se que na realidade o ágar compreende uma família de polissacarídeos, as agaranas, sendo que diferentes tipos podem estar presentes no ágar da mesma espécie, dependendo diretamente do aspecto fisiológico, da espécie da alga, dos fatores ambientais, e ainda, do modo em que ocorre sua extração (BIRD & HINSON, 1992; McHUGH, 1987; 2003).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar o rendimento da extração do ágar nativo proveniente da *Gracilaria caudata* J. Agardh, para sua possível utilização na indústria alimentícia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Matéria-prima

A matéria-prima utilizada neste estudo foi a alga *Gracilaria caudata* J. Agardh. A alga foi coletada na Praia do Amor, no município de Pipa/Tibau do Sul – RN (6° 13' 40" S; 35° 03' 05" W), selecionada e encaminhada ao NUPEA (Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos), Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba e ao LAPP (Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas). Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

Identificação da Alga

A amostra para identificação foi coletada e preservada em formol, a 4%, em água do mar. A alga foi identificada previamente (para confirmação de sua identidade) no LAM/UFPB - Laboratório de Algas Marinhas do Departamento de Sistemática e Ecologia - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba.

Seguiram-se, para identificação, os métodos e trabalhos comumente utilizados na ficologia marinha, sendo utilizada a base nomenclatural proposta por Wynne (2005).

Toxicidade frente à *Artemia salina* Leach

A avaliação de toxicidade geral é considerada fundamental como bioensaio preliminar no estudo de substâncias com propriedades biológicas. O primeiro tipo de teste toxicológico a que são submetidos os compostos é de agudo-letal, que consiste de uma análise após curta exposição (24h – 48h) do composto com o organismo bioindicador. Nesse teste obtém-se uma taxa de sobrevivência deste ao produto testado, onde observam-se os danos causados ao organismo teste e a concentração

que provoca a morte de 50% dos mesmos, representada pela sigla CL50 (CAVALCANTE *et al.*, 2000). Com o objetivo de verificar a toxicidade das algas (*Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira e a *Gracilaria caudata* J. Agardh), realizou-se o bioensaio com *Artemia salina*, baseado na técnica descrita por Meyer *et al.* (1982).

Composição físico-química da alga

A composição centesimal da alga foi realizada através das seguintes determinações: umidade, lipídios, proteínas, sais minerais (cinzas) (BRASIL, 2008) e carboidratos (por diferença).

Extração do ágar

A extração do ágar da alga *Gracilaria caudata* J. Agardh teve como base o trabalho de Yoshimura (2006) com modificações.

A alga (*Gracilaria caudata* J. Agardh) foi encaminhada para seleção, de onde foram retirados os calcários remanescentes e as algas hospedeiras. A etapa seguinte foi a secagem a 60 °C, por 48 horas, que visa à retirada da água da alga para facilitar a lavagem e o armazenamento para posterior utilização; em seguida, a lavagem foi realizada com água corrente para remoção de sais e sujidades, após foi feita a sanitização com 1 % de hipoclorito.

Logo após a sanitização foi feita sua embebição com água destilada na proporção 1 porção de alga (aproximadamente 10 g) e 30 de água, durante 2 horas; a alga foi escorrida para retirar o excesso de água; enfim, parte da alga foi triturada em liquidificador industrial, segundo planejamento fatorial.

A alga foi colocada em banho-maria a 100 °C, por 2 horas, após o término deste tempo a alga foi filtrada a quente, em tecido de algodão, para facilitar a filtração; o filtrado foi deixado em repouso para gelificar, por 24 horas; decorrido este tempo, o filtrado foi colocado em congelador doméstico para congelar, por mais 24 horas; ao terminar deste tempo, o filtrado foi retirado do congelador e se esperou o seu descongelamento e a água livre foi eliminada. O filtrado foi colocado em estufa de circulação de ar, por 72 horas a 65 °C, para que a água fosse retirada.

Para avaliar quantitativamente a influência das variáveis de entrada, a condição da alga e a quantidade de água, sobre a resposta (rendimento de ágar) para a *Gracilaria caudata* J. Agardh, foi realizado um planejamento fatorial. Na Tabela 1 estão expostos os níveis reais e codificados das variáveis independentes de entrada para o planejamento fatorial 2², observado na Tabela 2, que totaliza 4 experimentos distintos.

Tabela 1 – Valores reais e codificados das variáveis de entrada para a *Gracilaria caudata* J. Agardh, utilizando como padrão 10 gramas de algas

Variáveis	Nível -1	Nível +1
Condição da alga	Inteira	Triturada
Quantidade de água (%)	150	300

Tabela 2 – Matriz do planejamento fatorial completo 2² para o estudo de rendimento de ágar da *Gracilaria caudata* J. Agardh

Experimentos	Variável 1	Variável 2
1	- (Inteira)	- (150 mL)
2	+ (Triturada)	- (150 mL)
3	- (Inteira)	+ (300 mL)
4	+ (Triturada)	+ (300 mL)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificação da alga

A identificação foi realizada de acordo com a morfologia da alga baseada nos trabalhos de Plastino & Oliveira (2002) e Wynne (2005), caracterizada como sendo a *Gracilaria caudata* J. Agardh.

As espécies de *Gracilaria caudata* J. Agardh tem ocorrências nas águas tropicais brasileiras, da costa do Ceará até o Espírito Santo (LUCENA *et al.*, 2007; PLASTINO & OLIVEIRA, 2002).

Lucena *et al.* (2007) realizando um levantamento das macroalgas presentes no infralitoral do sul da Paraíba, no município de Pintimbu, acessível por mergulho autônomo, encontrou 6 espécies de algas Gracilarias, entre elas a *Gracilaria caudata* J. Agardh.

Toxicidade frente à *Artemia salina* Leach

A Tabela 3 relata a concentração de crustáceos mortos com seus respectivos desvios padrões.

Tabela 3 – Quantidade de *Artemia salina* Leach mortas com seus respectivos desvios padrões para cada concentração de extrato de algas utilizada

Concentração do extrato (mg/mL)	<i>Gracilária caudata</i>
1000	3,33 ± 1,15
500	1,33 ± 2,31
250	0,67 ± 1,15
125	0,67 ± 0,58
62,5	0,67 ± 0,58
0	0

A Tabela 4 mostra, para o extrato da alga, os valores de CL₅₀ observados após estatística de regressão analisado por PROBIT – mínimos quadrados.

Tabela 4 – Valores de CL₅₀ calculados para a *Gracilaria caudata* J. Agardh com seus respectivos limites de confiança

Algas	CL ₅₀ (mg/mL)
<i>Gracilaria caudata</i> J. Agardh	1.315,56 (912,54 – 1.718,57)

Observando a Tabela 4, é evidente sua baixa concentração letal média (CL₅₀) para a *Gracilaria caudata* J. Agardh, sendo também baixo o limite mínimo (912,54 mg/mL), significando que seriam necessários uma grande concentração do extrato da alga para torná-la tóxica ao ser humano. Já os valores encontrados por Lhullier *et al.* (2006) quando avaliaram extratos de macroalgas bênticas do litoral catarinense utilizando o teste de letalidade para *Artemia salina*; para as *Rhodophyta* os resultados foram bem abaixo (<50 – 97,5 mg/mL) dos valores encontrados neste trabalho, indicando que as algas de seu estudo

seriam tóxicas, evidenciando a necessidade do estudo da toxicidade para a segurança da população que possivelmente consumirá os produtos providos destas espécies.

Composição centesimal da alga

As médias dos resultados da composição centesimal efetuada na alga *in natura* estão apresentadas na Tabela 5.

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/05/2012; aprovado em 30/06/2012

¹ Doutora em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG E-mail: jsannamenezes@hotmail.com

² Prof. D. Sc. do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba - UEPB E-mail: elianerf@yahoo.com.br

³ Prof. D. Sc. do Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal da Paraíba - UFPB E-mail: flavioluizh@yahoo.com.br

⁴ Graduanda em Química Industrial – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB E-mail: vanessa2fernandes@gmail.com

⁵ Prof. D. Sc. do – Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG E-mail: monicatejoc@yahoo.com.br

Tabela 5 – Média dos resultados da composição centesimal efetuadas na alga *in natura* com seus respectivos desvios padrões

Componente centesimal (%)	<i>Gracilaria caudata</i>
Umidade	85,1 ± 0,10
Cinzas	4,39 ± 0,03
Lipídios	0,36 ± 0,05
Proteínas (N x 6,25)*	1,42 ± 0,28
Carboidratos	8,73

*Fator utilizado na determinação de proteínas, referente a alimentos no geral.

**Resultados com base em matéria úmida (%).

Ao analisar a Tabela 5, evidencia que de 85,1 % corresponde ao teor de água na alga em estudo, valores semelhantes foram obtidos por Simões (2009) (88,37 % período seco e 89,06 % período chuvoso) quando estudou o crescimento e a qualidade da macroalga *Gracilaria birdiae* cultivada na praia de Pau Amarelo em Pernambuco.

Para a quantificação de cinzas, observa-se que há semelhança no valor (4,39 %) com os resultados vistos por Simões (2009) que foi de 4,86 % para período seco e 4,47 % para período chuvoso e inferiores aos encontrados por Marinho-Soriano *et al.* (2006) que avaliaram a variação sazonal na composição química de duas algas tropicais, os quais relataram para a *Gracilaria cervicornis*, 5,65 %, e para *Sargassum vulgare*, 7,73 %, ressaltando com isto que a alga, de um modo geral, é um constituinte rico em sais minerais.

O teor de lipídios apresentou valor de 0,36 % sendo menor que os valores vistos por Simões (2009) que foi de 0,62 % e 0,46 %, nos períodos seco e chuvoso, respectivamente. Os valores encontrados para *Gracilaria cervicornis* (0,43 %) e para *Sargassum vulgare* (0,45 %) observados por Marinho-Soriano *et al.* (2006) seguem a mesma linha dos valores vistos anteriormente.

Para o valor de proteínas foi utilizado o fator de conversão do nitrogênio de 6,25 que é utilizado para alimentos em geral, visto na literatura de Patarra *et al.*

(2010), que utilizaram este mesmo valor quando avaliaram nutricionalmente macroalgas selecionadas. No mesmo estudo (Patarra *et al.*, 2010), quantificando proteínas observaram que a *Gelidium microdon* apresentou 4,34 %, *Sphaerococcus coronopifolius* apresentou 2,76 % e a *Osmundea pinnatifida* 2,01 %, valor próximo ao observado neste trabalho (1,42 %), observando que a alga citada é Rhodophyta, gênero *Gracilaria*. A diferença encontrada em literatura foi de aproximadamente 1 % para o trabalho de Simões (2009), que encontrou valores entre 1,71 % e 2,35 %, para período seco e chuvoso.

O percentual de carboidratos encontrado neste trabalho (8,73 – 8,86 %) pode ser atribuído pela presença de ágar e outros carboidratos. Marinho-Soriano *et al.* (2006) encontraram valores elevados de carboidratos para a *Gracilaria cervicornis*, 63,12 %, e para *Sargassum vulgare*, 67,80 %.

Extração do ágar

Com o objetivo de conhecer o rendimento de ágar da *Gracilaria caudata*, foi realizado um planejamento fatorial, onde foram avaliadas as variáveis de entrada condição da alga e quantidade de água, como mostram os dados da Tabela 6, planejamento fatorial 2², e como variável resposta o rendimento de ágar.

Tabela 6 – Condições dos ensaios do planejamento experimental tendo como variável resposta o rendimento de extração de ágar para a *Gracilaria caudata*

Exp.	Condição da Alga (A)	Quantidade de água (Q)	R* (%)	R* (%)	R* (%)
1	- (Inteira)	- (150 mL)	3,66	3,99	3,01
2	+ (Triturada)	- (150 mL)	4,55	5,22	4,16
3	- (Inteira)	+ (300 mL)	4,41	6,43	6,44
4	+ (Triturada)	+ (300 mL)	6,14	5,84	5,45

*Rendimento de ágar em porcentagem em triplicata.

A *Gracilaria caudata* apresentou uma pequena diferença entre seus resultados para cada experimento, evidenciando com isto, que por se tratar de um material biológico heterogêneo, não é possível um controle preciso em sua

extração, contudo os valores encontrados representam a extração realizada artesanalmente por pequenas comunidades.



Figura 1 – *Gracilaria caudata* reidratada

A Tabela 7 evidencia a análise de variância realizada a partir do planejamento fatorial para a extração de ágar da *Gracilaria caudata*.

Tabela 7 – ANOVA (Análise de variância) para a *Gracilaria caudata*

	Soma Quadrática	Grau de liberdade	Média quadrática	Teste F
Regressão	10,32044	3	3,44015	6,6
Resíduo	4,04533	8	0,50567	
Falta de ajuste	0	0		
Erro puro	4,04533	8		
Total	14,36577	11		
R ² (%)	71,84%	-		
F tabelado _{0,95,3,8}				4,1

Sendo estes resultados analisados utilizando-se o programa Statistica 5,0. Para o F calculado o valor foi de 6,6 e o F tabelado_{0,95,6,17} (RODRIGUES & IEMMA, 2005) foi 4,07 observando-se que o modelo é estatisticamente significativo para 95% de confiança pois a razão entre F calculado e F tabelado foi 1,62. O modelo codificado está apresentado na Equação 1, com os coeficientes estatisticamente significativos em negrito. Observa-se que o modelo apresenta os coeficientes com seus erros padrão.

$$\text{Rendimento (\%)} = \mathbf{4,941667} \pm \mathbf{0,205278} + 0,285000 \pm 0,205278 A + \mathbf{0,843333} \pm \mathbf{0,205278} Q - 0,260000 \pm 0,205278 AQ \quad (1)$$

A Figura 2 apresenta o gráfico de Pareto com nível de 95% de confiança para a estimativa dos efeitos.

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/05/2012; aprovado em 30/06/2012

¹ Doutora em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG E-mail: isannamenezes@hotmail.com

² Prof. D. Sc. do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba - UEPB E-mail: elianerf@yahoo.com.br

³ Prof. D. Sc. do Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal da Paraíba - UFPB E-mail: flavioluizh@yahoo.com.br

⁴ Graduanda em Química Industrial – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB E-mail: vanessa2fernandes@gmail.com

⁵ Prof. D. Sc. do – Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG E-mail: monicatejoc@yahoo.com.br

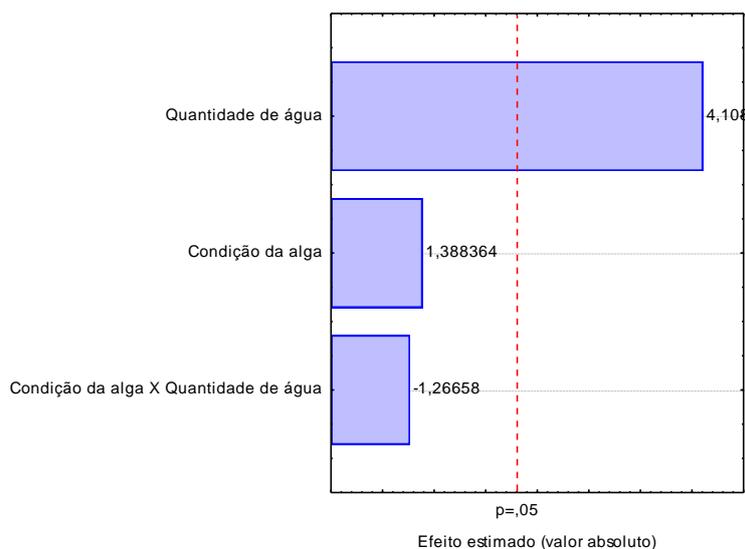


Figura 2 – Gráfico de Pareto para rendimento de ágar da *Gracilaria caudata*

Analisando-se a Figura 2, evidencia que o efeito da quantidade de água foi o único que se mostrou estatisticamente significativo.

A Figura 3 apresenta a superfície de resposta gerada pelo programa Statistica 5,0 com base na variável dependente rendimento de ágar para a *Gracilaria caudata*.

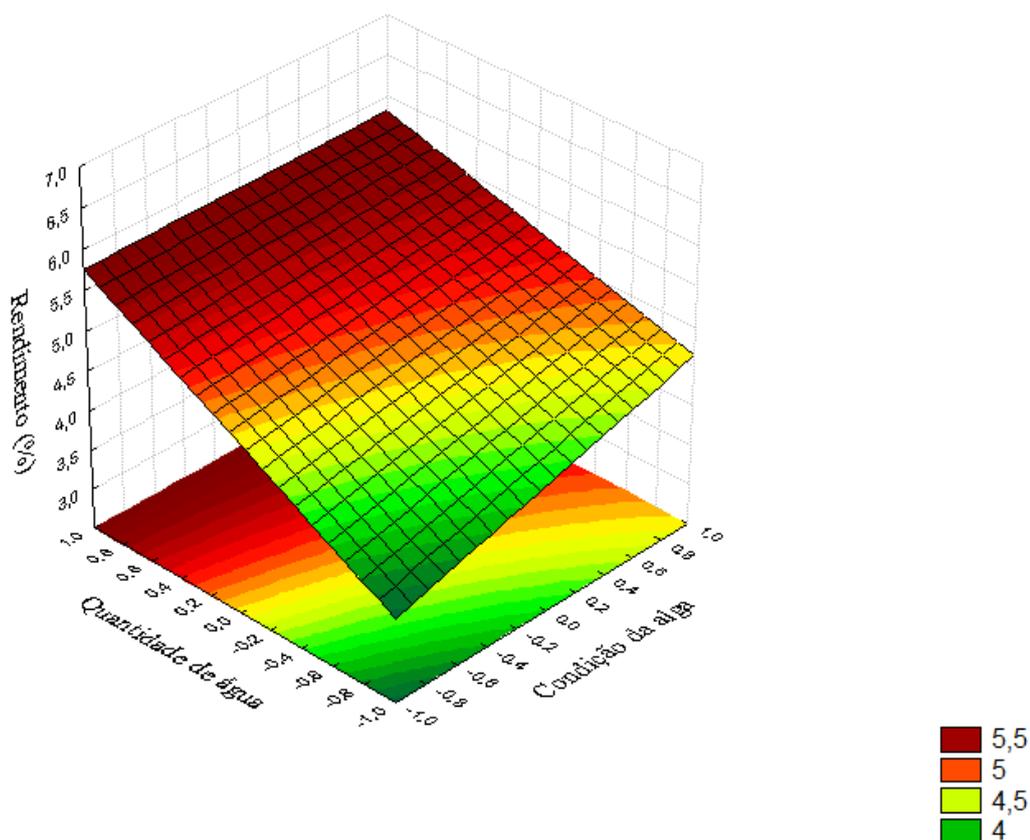


Figura 3 – Superfície de resposta para o rendimento de ágar da *Gracilaria caudata*

Segundo a Figura 3 tem-se que, fixando-se a quantidade de água acima do nível 0, para qualquer valor da amostra triturada, tem-se maior rendimento de ágar para a *Gracilaria caudata* no processo em estudo, chegando a 6% de extração.

O valor observado no processo (aproximadamente 6,5%) é inferior aos estudados por Yoshimura (2006) que avaliou o potencial de cultivo e produção de ágar de *Gracilaria domingensis* e de *Gracilaria caudata* (Rhodophyta, Gracilariiales) na Enseada de Armação do Itapocoroy (Penha, Santa Catarina), observando para o ágar nativo da mesma alga em estudo um rendimento de 8,8 %.

CONCLUSÕES

A *Gracilaria caudata* J. Agardh obteve baixa concentração letal média (CL50), classificando-a como inócua e própria para o consumo.

A extração do ágar da *Gracilaria caudata* J. Agardh, o experimento que obteve maior rendimento foi o de média de 6,5% de ágar, com a alga inteira, 300 mL de água para 10 gramas de alga.

A extração de ágar apresenta-se como método visivelmente promissor para a produção e adequação industrial deste insumo, nas indústrias alimentícias.

REFERÊNCIAS

- BELLORIN, A. M. **Sistemática e filogenia molecular de algas gracilarióides (*Gracilariaceae*, Rhodophyta)** (Tese de Doutorado). Instituto de Biociência. Universidade de São Paulo, 194p. 2002.
- BIRD, K. T.; HINSON, T. K. *Seasonal Variations in Agar Yields and Quality from North Carolina agarophytes*. **Botanica Marina**, v.35. p.291-295. 1992.
- BRASIL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4º ed. 1º edição digital. São Paulo, 1020 p, 2008.
- CAVALCANTE, M. F., OLIVEIRA, M. C. C. e VELANDIA, J. R. e ECHEVARRIA, A. Síntese de 1,3,5-Triazinas substituídas e avaliação da toxicidade frente a *Artemia salina* Leach, **Química nova**, V. 23, p. 20-22, 2000.
- FERRARIO, M.; SAR, E. **Macroalgas de interes econômico. Cultivo, manejo, industrialización**. Editorial de La Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 296p. 1996.
- LUCENA, L. A. F. de; KANAGAWA, A. I.; MARTINS, G. J. M.; TARGINO, C. H.; MIRANDA, G. E. C.; HORTA, P. A. Levantamento da flora infralitoral do município de Pitimbú, Litoral Sul do Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, Porto Alegre, v.5, suplemento 2, p.585-587, 2007.
- LHULLIER, C.; HORTA, P. A.; FALKENBERG, M. Avaliação de extratos de macroalgas bênticas do litoral catarinense utilizando o teste de letalidade para *Artemia salina*. **Revista Brasileira de Farmacognosia. Brazilian Journal of Pharmacognosy**. v.16, n.2, p.158-163, 2006.
- MARINHO-SORIANO, E.; MOREIRA, W. S. C.; CARNEIRO, M. A. A. Some aspects of the growth of *Gracilaria birdiae* (Gracilariiales, Rhodophyta) in an estuary in northeast Brazil. **Aquaculture International**. v.14, p.327-336, 2006.
- McHUGH, D. J. A guide to seaweed industry. **FAO Fisheries Technical Paper n°441**. Rome. 105 p., 2003.
- McHUGH, D. J. Production and utilization of products from commercial seaweed. **FAO Fisheries Technical Paper n°288**. Rome. 194p., 1987.
- MEYER, B.N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. E.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; MCLAUGHLIN, J.L. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Médica**, v.45, p.35-34. 1982.
- OLIVEIRA, E. C.; MIRANDA, G. E. C. Aspectos sociais e econômicos da exploração de algas marinhas no Brasil. In: **Congresso Latino-Americano**, 1998, Caxambu, MG-Brasil. Anais... v.II, p.149-156, 1998.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. (Tese Livre-Docência). USP, São Paulo. 407 p., 1977.
- ORNELLAS, L. H. **Técnica e dietética, seleção e preparo de alimentos**. Editora Atheneu. São Paulo, 8ª edição, 296p., 2006.
- PATARRA, R. F.; PAIVA, L.; ISABEL NETO, A.; LIMA, E.; BAPTISTA, J. Nutritional value of selected macroalgae. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, n.2, p.205 – 208, 2010.

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/05/2012; aprovado em 30/06/2012

¹ Doutora em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG E-mail: jsannamenezes@hotmail.com

² Prof. D. Sc. do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba - UEPB E-mail: elianerf@yahoo.com.br

³ Prof. D. Sc. do Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal da Paraíba - UFPB E-mail: flavioluizh@yahoo.com.br

⁴ Graduanda em Química Industrial – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB E-mail: vanessa2fernandes@gmail.com

⁵ Prof. D. Sc. do – Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG E-mail: monicatejoc@yahoo.com.br

- PLASTINO, E. M.; OLIVEIRA, E. C. *Gracilaria birdae* (Gracilariales, Rhodophyta), a new species from the tropical South American Atlantic with a terete frond and deep spermatangial conceptacles. **Phycologia**, v.41, n.4, p.389-396, 2002.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F.. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: Uma estratégia seqüencial de planejamentos**. 1 ed. Editora Casa do Pão. Campinas, SP. 326 p. 2005.
- SIMÕES, M. A. **Estudo de cultivo e de biomoléculas da macroalga *Gracilaria birdiae* (Rhodophyta, Gracilariales)**. (Dissertação de Mestrado). UFRPE. 54p. 2009.
- WYNNE, M. J. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. **Berlin-Stuttgaart: Nova Hedwigia**, 152 p., 2005.
- 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 Itacoroy (Penha, Santa Catarina)**. (Tese de Doutorado). USP, São Paulo, 163 p., 2006.