

Perfil de Textura de Géis Aquosos Elaborados a Partir da iota-Carragenana da Alga Marinha Vermelha *Solieria filiformis*

Ticiane de Brito Lima¹, Márjory Lima Holanda¹, Ludmilla Freire Caetano¹, Hilton César Magalhães², George Meredite Cunha de Castro¹, Norma Maria Barros Benevides¹

¹Universidade Federal do Ceará - Departamento Bioquímica e Biologia Molecular - CEP 60455-760 - Fortaleza – CE (ticipesca@yahoo.com.br)

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – Agroindústria Tropical - CEP 60511-110 - Fortaleza - CE

RESUMO

Alga marinha vermelha Solieria filiformis, abundante no litoral cearense, biossintetiza iota-carragenana (i-CAR), um hidrocolóide de importância comercial por suas propriedades espessante, estabilizante e gelificante. O presente trabalho objetivou analisar a textura de géis aquosos de ι-CAR de S. filiformis estabelecendo comparações com aqueles elaborados com ι-CAR comercial. A alga seca foi triturada, submetida à extração aquosa (1,5% m/v) a 80°C sob agitação constante e a fração líquida do homogenato filtrado em tecido de nylon foi congelada e liofilizada (i-CAR). Os géis aquosos a 0,5 e 1,5% foram preparados pela dissolução das ι-CARs em solução de CaCl₂ 0,1, a 50°C e após análise do perfil de textura os géis de S. filiformis se mostraram superiores quanto a firmeza, gomosidade e mastigabilidade, sugerindo que a alga S. filiformis constitui uma fonte de hidrocolóide de importância econômica, com melhores propriedades físico-químicas quando comparado ao similar comercial.

Palavras-chave: *Solieria filiformis*, carragenana, perfil de textura.

INTRODUÇÃO

As algas são organismos de importância ecológica e biológica, por serem produtores primários. Predominantemente aquático podem ser encontrados no mar, em águas estuárias, dulcícolas e em superfícies úmidas¹. Incorporam energia solar em biomassa, produzem oxigênio que é dissolvido na água, atuam na mineralização e no ciclo dos elementos químicos, servindo como alimento para os animais herbívoros e onívoros².

Além disso, biossintetizam moléculas de alta massa molecular, na sua maioria polissacarídeos contendo galactose (galactanas), os quais impregnam a parede celular das algas exercendo funções envolvidas na permeabilidade seletiva das células³. Também conhecidas como ficocolóides, devido a sua capacidade de formar gel em soluções aquosas, essas galactanas encontram aplicações tecnológicas em diferentes indústrias como a farmacêutica, química, alimentícia, etc e de acordo com a estereoquímica das unidades de galactose são classificadas em agaranas (D e L) e carragenanas (D)⁴.

As carragenanas tem habilidade de formar, em baixas concentrações, colóides ou géis elásticos em soluções aquosas. Devido a estas propriedades, estão entre os principais hidrocolóides usados na indústria alimentícia, atuando como agentes espessantes, estabilizantes, gelificantes e emulsificantes em diversos produtos, como gelatinas, geléias, carnes processadas, produtos derivados do leite, pasta de dente ou clarificante de cervejas.

Pela sua capacidade de formar gel, as carragenanas permitem reter umidade em produtos que são submetidos a processamentos térmicos, melhorando e estendendo sua vida útil, bem como evitando a perda de rendimento⁵.

Três tipos de carragenanas kappa, iota e lambda (κ -CAR, ι -CAR e λ -CAR) têm grande importância comercial e as diferenças nas suas estruturas químicas estão nas quantidades e posicionamento de grupos sulfatos, os quais esterificam os carbonos das unidades de galactose da cadeia principal, de modo que a κ -CAR possui 1, a ι -CAR 2 e a λ -CAR 3 grupos sulfatos por dímero. Tais diferenças são refletidas nas características físico-químicas dos géis formados de tal maneira que as κ -CARs formam géis firmes e quebradiços, enquanto que as ι -CARs formam géis macios e fracos e as λ -CARs não formam géis. No entanto, misturas entre diferentes tipos de carragenanas permitem a obtenção de uma ampla gama de texturas³.

Os géis de carragenana apresentam-se, normalmente, translúcidos, inodoros e insípidos e suas incorporações não modificam o sabor nem a coloração originais dos produtos. Quando em solução, os polímeros de carragenana comportam-se como colóides hidrófilos aniônicos⁶. O modelo mais aceito que explica o processo de gelificação dos polímeros sugere que, em altas temperaturas, as carragenanas permanecem na forma de novelos aleatórios e, ao resfriarem, assumem uma conformação em dupla hélice. Isso leva a formação de pequenos domínios independentes envolvendo um número limitado de cadeias via associação intermolecular. No entanto, quando cátions são incorporados, diferentes domínios permitem a ligação cruzada das hélices à longa distância formando uma rede coesiva. Essa estrutura quaternária contribui para as propriedades mecânicas, reológicas e de textura dos géis resultantes⁷.

O termo textura é definido, segundo a norma ISO (1992), como “um conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e de superfície de um produto, detectáveis pelos receptores mecânicos e táteis e, eventualmente, pelos receptores visuais e auditivos”. As características de textura dependem de características químicas e biofísicas dos produtos⁸ e a análise do perfil de textura é aplicado com eficiência, em especial, na avaliação de produtos lácteos⁹. A Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA), desenvolvida para analisar textura de produtos alimentícios, envolve a compressão da substância por um corpo de prova (probe) que após penetrar ou comprimir a amostra, retorna ao ponto de origem, simulando os movimentos mecânicos da mastigação. Essa simulação é convertida em um gráfico de tensão, obtendo-se os parâmetros que representam as propriedades físicas do material¹⁰.

O objetivo desse trabalho foi analisar a textura de géis aquosos elaborados com ι -CAR extraída da alga *S. filiformis*, cultivada no litoral cearense, com a finalidade de estabelecer um comparativo entre esses géis e aqueles elaborados com ι -CAR comercial.

MATERIAIS E MÉTODOS

A alga marinha vermelha *Solieria filiformis* foi cultivada na praia de Flecheiras, entre os anos de 2009 e 2010, por técnica de esporulação natural –, no município de Trairi (CE). Essa espécie está depositada na forma de exsiccata (n°35682) no Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará. A extração aquosa de ι -CAR de *S. filiformis* se deu por extração semi-refinada. Após a coleta, as algas úmidas foram transportadas em sacos plásticos para o Laboratório de Lectinas de Algas Marinhas (Carbolec) da Universidade Federal do Ceará, lavadas para retirada de epífitas, incrustantes e grãos de areia, secas em temperatura ambiente, trituradas em moinho elétrico e submetidas à extração aquosa (1,5% m/v) durante 4 horas a uma temperatura de 90° C em banho-maria, sob agitação manual a cada 20 minutos. Os homogenatos foram filtrados em tecido de nylon e seus resíduos, descartados. Os filtrados, após nova filtração em funil de placa sinterizada, foram congelados e liofilizados para a obtenção da ι -CAR de *S. filiformis*. A ι -CAR comercial (ι -CAR, Tipo II) foi obtida da Sigma-Aldrich (EUA).

Na elaboração dos géis aquosos, as ι -CARs de *S. filiformis* e comercial foram solubilizadas em solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) 0,1% para obtenção de soluções carragenana de 0,5 e 1,5% (m/v). A solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) 0,1% foi utilizada para garantir a presença

de cátions divalentes no meio, contribuindo com a gelificação através da interação de cargas dos grupos sulfato. 30 mL (quinduplicata) de cada solução aquosa/ CaCl_2 foram aquecidos e agitados em agitadores magnéticos a 50° C até completa dissolução das ι -CARs. Posteriormente, foram acondicionadas em copos plásticos de 50 mL e permaneceram sob refrigeração a 4° C por 24h antes das análises do perfil de textura (TPA).

As TPAs foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos da EMBRAPA Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, por meio do teste de dupla compressão dos géis aquosos das ι -carragenanas de *S. filiformis* e comercial, em analisador de textura TA-XT2i (Stable Micro System) com probe cilíndrico de alumínio. Os resultados obtidos das curvas de força x tempo foram calculados pelo programa Texture Expert for Windows 1.19, cujas condições de medida foram: velocidade do teste de 10 mm/s, distância da compressão 40 mm e força de contato 5 g. A partir da curva de penetração foram obtidos os parâmetros de firmeza, gomosidade, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade.

Os parâmetros do perfil de textura dos géis testados foram: firmeza, coesividade, elasticidade, adesividade, gomosidade e mastigabilidade. A análise de variância (ANOVA) foi conduzida para determinar as diferenças ($P = 0,05$) e o Teste de Tukey foi usado sempre que os valores de F foram significativos na ANOVA. A análise estatística foi feita usando o software PRISM 4, versão 4.03.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O rendimento de extração da ι -CAR de *S. filiformis* foi de 42,1% com base na alga seca e a Tabela 1 apresenta os atributos de textura dos géis aquosos/ CaCl_2 de ι -CAR de *S. filiformis* e ι -CAR comercial a 0,5% e 1,5%. A firmeza dos géis aquosos/ CaCl_2 0,5% (m/v) de ι -CAR de *S. filiformis* ($0,98 \pm 0,008$ N) mostrou superioridade significativa ($p < 0,05$) quando comparada com a firmeza dos géis preparados com ι -CAR comercial na mesma concentração ($0,39 \pm 0,065$ N). Já os géis aquosos/ CaCl_2 de ι -CAR de *S. filiformis* a 1,5% (m/v) não apresentaram diferença significativa quando comparados aos géis com ι -CAR comercial na mesma concentração. A diferença de firmeza, observada entre os géis de ι -CAR de *S. filiformis* e comercial pode ser explicada pelas pequenas quantidades de κ -CAR contida na estrutura química da ι -CAR de *S. filiformis* como observado por Murano *et al.*, 1997¹² e Holanda (2007)¹³. O atributo de adesividade para os géis de ι -CAR de *S. filiformis* a 0,5% foi de $-0,22 \pm 0,028$ J. Já para os géis a 1,5% a adesividade foi significativamente superior ($-1,37 \pm 0,001$) e quando comparados com os géis da ι -CAR comercial não foi observada diferença significativa. Quanto à coesividade, o aumento da concentração da carragenana não foi capaz de provocar alterações significativas nos valores desse parâmetro, tanto para os géis de ι -CAR de *S. filiformis* (0,76 para 0,5% e 0,60 para 1,5%) quanto para os de ι -CAR comerciais (0,77 para 0,5% e 0,61 para 1,5%). A gomosidade e elasticidade são parâmetros secundários associados, respectivamente, à firmeza e coesividade e à firmeza, coesividade e elasticidade. Os géis de ι -CAR de *S. filiformis* 1,5% mostraram gomosidade superior ($2,45 \pm 0,077$ N) aos de géis de ι -CAR comercial 1,5% ($1,26 \pm 0,107$). Tal resultado é um reflexo dos parâmetros de firmeza. Para mastigabilidade, os géis de ι -CAR de *S. filiformis* a 0,5% e 1,5% apresentaram variação significativa (de $0,52 \pm 0,025$ a $2,28 \pm 0,004$ J, respectivamente) com valores superiores aos géis de ι -CAR comercial nas mesmas concentrações ($0,31 \pm 0,015$ e $1,20 \pm 0,104$ J). Esses resultados indicam que o hidrocolóide de *S. filiformis* pode ser usado em menores concentrações para produzir a textura de um produto alimentício semelhante ao elaborado com ι -CAR comercial.

É importante ressaltar que esse estudo é pioneiro em analisar o perfil de textura de ι -CAR extraída de uma espécie de alga cultivada e abundante no litoral cearense. De forma geral ainda são poucos os trabalhos que visam analisar tais parâmetros de géis aquosos, sendo os poucos existentes atribuídos apenas à avaliação quanto à firmeza e reologia dos géis de carragenanas comerciais.

Tabela 1. Perfil de textura dos géis aquosos/CaCl₂ de *ι*-CAR de *S. filiformis* e *ι*-CAR comercial a 0,5% e 1,5%.

Atributos	Géis de <i>ι</i> -CAR de <i>S. filiformis</i>		Géis de <i>ι</i> -CAR comercial	
	0,5%	1,5%	0,5%	1,5%
Firmeza (N)	0,98±0,008 ^a	2,38±0,100 ^a	0,39±0,065 ^b	2,24±0,097 ^a
Adesividade (J)	-0,22±0,028 ^a	-1,37± 0,001 ^a	-0,20±0,001 ^a	-1,58±0,210 ^a
Coesividade	0,76±0,002 ^a	0,60±0,001 ^a	0,77±0,002 ^a	0,61±0,003 ^a
Gomosidade (N)	0,30±0,001 ^a	2,45±0,077 ^a	0,39±0,002 ^a	1,26±0,107 ^b
Mastigabilidade (J)	0,52±0,025 ^a	2,28±0,004 ^a	0,31±0,015 ^a	1,20±0,104 ^b

^(*) Atributos dos géis de *ι*-CAR de *S. filiformis* e comercial na mesma concentração que possuem letras iguais não apresentaram diferença significativa (P<0,05). ± Desvio Padrão.

CONCLUSÃO

Os perfis de textura dos géis aquosos preparados com *ι*-CAR de *S. filiformis* nas concentrações 0,5 e 1,5% (m/v) mostraram-se superiores quando comparado aos perfis obtidos para os géis de *ι*-CAR comercial nas mesmas concentrações, sobretudo quando avaliado o atributo firmeza. Observou-se superioridade ainda nos atributos de gomosidade e mastigabilidade concluindo que a alga marinha vermelha *S. filiformis*, cultivada no litoral cearense, biossintetiza *ι*-CAR capaz de formar géis com atributos de textura superiores àqueles formulados com *ι*-CAR comercial.

REFERÊNCIAS

- (1) RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **Biologia Vegetal**, 7^a. ed. Guanabara/Koogan, Rio de Janeiro, p. 248-259, 1996.
- (2) VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos á biorremediação e á química analítica. Maringá-PR, **Química Nova**, vol. 27, n.1, 2004.
- (3) TRIPODI, G.; DE MASI, F. Cytological localization of polysaccharidic molecules in some red algae. **Journal of Submicroscopy and Cytology**, v.7, p.197-2009, 1975.
- (4) VAN DE VELDE, F *et al.* 1 H and 13 C high resolution NMR spectroscopy of carrageenans; application in research and industry. **Food Science & Technology**, v. 13, p. 73-92, 2002.
- (5) GELLYMAR Extratos Naturales. Disponível em: www.gelymar.com Acesso em: 10 jan. 2005.
- (6) RIBIER, J.; GONDINEAU, J-C. LES ALGUES. **La Maison Rustique**, Flammarion: p. 15-26, 1984.
- (7) HOLT, C.; HORNE, D. S. The hairy casein micelle: evolution of concept and implications of dairy technology. **Netherlands Milk and Dairy Journal**, v. 50, p. 85-111, 1996.
- (8) BOURNE, M. C. Texture and Viscosity: Concept and measurement 2 ed **Elsevier Science & Technology Books**, p.423, 2002.
- (9) ARCANJO, S. R. S. Galactomanana de *Cesalpinia pulcherrima* como espessante e estabilizante em sobremesas lácteas. **Tese** (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ce, 2011.
- (10) PONS, M.; FISZMAN, S. M. Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled system. **Journal of Texture Studies**, v. 27, p. 597-624, 1996.
- (11) BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32, p. 62-66, 1978.



Anais do III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia
Trabalho Completo apresentado na seção: ORAL

(12) MURANO, E., TOFFANI, R., CECERE, E., RIZZO, R., KNUTSEN, S. H.,
Investigation of the carrageenans extracted from *Solieria filiformis* and
Agardhiella subulata from Mar Piccolo, Taranto. **Marine Chemistry**, v. 58, p.

319-325, 1997.

(13) HOLANDA, M. L. iota-carragenana da alga marinha vermelha *Solieria filiformis* versus
iota-carragenana comercial: propriedades estruturais e reológicas. **Tese** (Doutorado em
Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ce, 2007.