

PERFIL DE TEXTURA DE GÉIS DE AMIDO ADICIONADOS DE EXOPOLISSACARÍDEO PRODUZIDO POR BACTÉRIA DIAZOTRÓFICA A PARTIR DE GLICEROL RESIDUAL

S. A. AMARAL¹, J. M. OLIVEIRA¹ e C. A. V. BURKERT¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos
E-mail para contato: joicemiliane@hotmail.com

RESUMO – O objetivo deste estudo foi analisar o perfil de textura instrumental dos géis de amido (5% m/m) na presença de exopolissacarídeo (EPS) produzido por *Mesorhizobium loti*, comparando com a goma gelana e goma xantana comerciais. A adição dos hidrocoloides em géis de amido resultou em significativa influência nas propriedades de textura avaliadas. Os melhores resultados foram obtidos para goma gelana, em ambas concentrações testadas (0,5 e 0,75% m/m), resultando em géis mais resistentes. O EPS produzido pela bactéria diazotrófica utilizando glicerol residual como fonte de carbono mostrou propriedades de textura em géis de amido (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade) similares à goma xantana.

1. INTRODUÇÃO

Enquanto todas as gomas hidrossolúveis espessam e conferem viscosidade a dispersões aquosas, alguns biopolímeros também têm a propriedade de serem capazes de formar géis. A formação de gel é o fenômeno envolvendo a associação ou reticulação das cadeias de polímero para formar uma rede tridimensional que prende ou imobiliza a água dentro dele para formar uma estrutura rígida que é resistente ao fluxo. Em outras palavras, torna-se viscoelástico, exibindo ambas as características de um líquido e um sólido. As propriedades de textura (por exemplo, elásticas ou quebradiças, longas ou espalháveis, mastigáveis ou cremosas) de um gel variam amplamente com o tipo de biopolímero utilizado (Saha; Bhattacharya, 2010).

As propriedades de textura estão intensamente relacionadas à deformação, desintegração e ao escoamento do alimento, podendo ser avaliadas objetivamente (instrumentalmente) e subjetivamente (sensorialmente). Através de dispositivos instrumentais, os texturômetros, que imitam as condições de mastigação, pode-se avaliar parâmetros como dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade (Costa, 2015; Saldaña *et al.*, 2015).

A caracterização dos géis constitui uma parte essencial no estudo de agentes gelificantes. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o EPS produzido por *Mesorhizobium loti*, cultivado em meio à base de glicerol residual, em relação ao Perfil de Textura Instrumental (TPA) de géis de amido com sua adição, comparando com a goma gelana e goma xantana.

2. METODOLOGIA

Foi utilizada a bactéria *Mesorhizobium loti* Semia 816 fornecida pela Fepagro (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária). A fonte de carbono utilizada neste trabalho foi o glicerol bruto proveniente da síntese de biodiesel, oriundo da empresa BS Bios Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A, localizada em Passo Fundo - RS. Para fins de comparação, foram utilizadas a goma xantana e a goma gelana comerciais.

2.1. Inóculo

O inóculo foi preparado partindo de um tubo contendo a cultura microbiana reativada, sendo raspada com 10 mL água peptonada 0,1%, a fim de resultar em uma suspensão de células. Esta foi transferida para frasco Erlenmeyer de 500 mL contendo 90 mL de meio YMA, com a seguinte composição (g L⁻¹): 10 manitol; 0,1 K₂HPO₄; 0,4 KH₂PO₄; 0,2 MgSO₄·7H₂O; 0,1 NaCl; 0,4 extrato de levedura. Os frascos foram mantidos em incubadora refrigerada com agitação orbital (Tecnal TE-424, Brasil) a 30°C e 200 rpm, até atingir a densidade ótica (DO) de 0,8 a 600 nm (Staudt *et al.*, 2012).

2.2. Cultivos em Frascos Agitados

Os cultivos foram realizados em frascos Erlenmeyer de 500 mL contendo 100 mL de meio com a seguinte composição (g.L⁻¹): 12,2 glicerol residual; 0,1 K₂HPO₄; 0,4 KH₂PO₄; 0,2 MgSO₄·7H₂O; 0,1 NaCl; 0,4 extrato de levedura; 0,12 MnCl₂·7H₂O; 0,15 CaCl₂·2H₂O; pH ajustado em 7,0. Os frascos foram incubados a 30°C e 200 rpm por 96 h, adicionando-se 10% v/v de inóculo (Ribeiro, 2015).

2.3. Recuperação do EPS

A recuperação do EPS do meio de cultivo foi realizada através da centrifugação (Eppendorf modelo 5804-R, Alemanha) a 12.857 x g por 30 min a 4°C para remoção de células, seguido de precipitação do EPS pela adição de álcool etílico 96% (1:3 v/v), para precipitação da goma. Essa solução ficou em repouso por 24 h a ± 4°C, sendo novamente centrifugada a 12.857 x g a 4°C por 15 min. O EPS foi solubilizado em água Milli-Q e dialisado em sacos de diáses com limite de exclusão molecular de 12.000 Da, por 72 h a 4°C para eliminação de impurezas. Após a diáse, seus volumes foram liofilizados (Ribeiro, 2015).

2.4. Perfil de Textura Instrumental dos Géis

Para o preparo dos géis, foi utilizado amido, água e hidrocoloides (goma xantana, goma gelana e EPS liofilizado) para um total de 50 g. Assim foram preparados géis com 5% m/m de amido com adição de hidrocoloides nas concentrações de 0,50% e 0,75% m/m. As suspensões foram gelatinizadas a 85°C em banho termostatizado por 10 min com agitação manual suave, de modo a evitar a formação de grumos na amostra durante a gelatinização, seguido de resfriamento até temperatura ambiente (±25°C). As amostras já gelatinizadas, ainda quentes, foram transferidas para recipientes de vidro de 50 mL (forma cilíndrica de ± 45 mm de

diâmetro interno e ± 60 mm de altura), ajustando a altura do gel para aproximadamente 30 mm, sendo resfriadas em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante 24 h.

Após o período de armazenamento as amostras foram submetidas à análise de Perfil de Textura Instrumental (dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade, adesividade e mastigabilidade), com texturômetro TA –XTplus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), a uma velocidade do probe cilíndrico de $0,5 \text{ cm s}^{-1}$, força de disparo de 5 g e raio de (P/0.5R). Velocidade de pré-teste, teste e pós-teste: 2, 0 mm. s^{-1} , metodologia adaptado de Costa (2015).

Os resultados obtidos da curva força x tempo foram tratados através do programa Texture Expert para TPA (Stable Micro Systems, Reino Unido). Os dados foram tratados por análise de variância e teste de Tukey, a fim de verificar a existência de diferenças significativas entre os polissacarídeos, a 95% de confiança ($p \leq 0,05$). O tratamento estatístico dos dados foi feito com o software Statistica 5.0 (StatSoft Inc, EUA).

3. RESULTADOS

A partir das curvas força-deformação calculados pelo programa Texture Expert para TPA, cada tipo de gel mostrou diferentes características de textura. Na Tabela 1 são apresentados os valores médios com seus respectivos desvios-padrão para os atributos avaliados na análise instrumental do perfil de textura (TPA) - dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade - dos géis de amido com adição dos hidrocoloides goma gelana, goma xantana e o EPS rizobiano. As respostas são médias de três repetições, sendo indicada a existência ou não de diferenças significativas a 95% de confiança.

Tabela 1 – Valores médios e desvios-padrão para os parâmetros dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade, obtidas na análise instrumental do perfil de textura dos géis de amido (5% m/m) com adição de hidrocoloides.

Hidrocoloide	Dureza	Adesividade	Elasticidade	Coesividade	Gomosidade	Mastigabilidade
Xantana 0,50%	$4,47 \pm 1,16^{\text{a}}$	$-2,71 \pm 1,13^{\text{a}}$	$0,85 \pm 0,19^{\text{a}}$	$0,91 \pm 0,06^{\text{a}}$	$4,02 \pm 0,78^{\text{a}}$	$3,57 \pm 1,44^{\text{a}}$
Gelana 0,50%	$39,65 \pm 1,82^{\text{b}}$	$-68,13 \pm 0,52^{\text{b}}$	$0,87 \pm 0,03^{\text{a}}$	$0,86 \pm 0,01^{\text{a}}$	$20,61 \pm 0,54^{\text{b}}$	$18,04 \pm 0,38^{\text{b}}$
EPS 0,50%	$2,38 \pm 0,35^{\text{a}}$	$-2,52 \pm 0,04^{\text{a}}$	$0,86 \pm 0,19^{\text{a}}$	$0,87 \pm 0,00^{\text{a}}$	$2,41 \pm 0,34^{\text{a}}$	$2,16 \pm 0,76^{\text{a}}$
Xantana 0,75%	$5,18 \pm 1,27^{\text{a}}$	$-3,38 \pm 1,97^{\text{a}}$	$0,98 \pm 0,05^{\text{a}}$	$0,81 \pm 0,01^{\text{a}}$	$4,43 \pm 0,89^{\text{a}}$	$4,31 \pm 1,11^{\text{a}}$
Gelana 0,75%	$39,29 \pm 3,26^{\text{b}}$	$-73,71 \pm 0,36^{\text{b}}$	$0,83 \pm 0,11^{\text{a}}$	$0,70 \pm 0,03^{\text{a}}$	$28,92 \pm 2,10^{\text{b}}$	$22,69 \pm 0,34^{\text{b}}$
EPS 0,75%	$4,55 \pm 0,49^{\text{a}}$	$-2,51 \pm 0,37^{\text{a}}$	$1,18 \pm 0,23^{\text{a}}$	$0,87 \pm 0,04^{\text{b}}$	$4,01 \pm 0,64^{\text{a}}$	$4,90 \pm 1,72^{\text{a}}$

*Letras minúsculas diferentes para um mesmo parâmetro e mesma concentração do hidrocoloide indicam que há diferença significativa a 95% de confiança ($p < 0,05$).

Os géis de amido acrescentados de gelana nas concentrações de 0,50% e 0,75% m/m claramente distinguiram-se dos outros géis para o parâmetro dureza. Géis adicionados de xantana e do EPS de *M. loti* Semia 816 a uma concentração de 0,50% m/m, com dureza de

$4,47 \pm 1,16$ e $2,38 \pm 0,35$, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$), mostrando uma semelhança na resistência da estrutura do gel sob a compressão, nas duas concentrações avaliadas.

Analisando a Tabela 1, para o parâmetro adesividade houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os géis de amido na presença dos compostos avaliados. Géis na presença da goma gelana diferiram dos géis com o EPS rizobiano e da goma xantana nas duas concentrações avaliadas. Estes dois últimos apresentaram uma adesividade de $-2,52 \pm 0,04$ e $-2,71 \pm 1,13$ para 0,50% m/m de hidrocoloide, e $-3,38 \pm 1,97$ e $-2,51 \pm 0,37$, para 0,75% m/m respectivamente, não havendo diferenças significativas entre si ($p > 0,05$).

Quando se fala em elevada elasticidade, se refere quando a estrutura do gel é quebrada em poucos pedaços grandes, durante a primeira compreensão, enquanto a baixa elasticidade resulta do gel quebrando em pequenas peças, em grande quantidade. Géis menos elásticos, tais como pectina, carragenana e géis de ágar, quebram mais facilmente durante a mastigação do que o gel de gelatina (Marshall; Vaisey, 1972). Os três hidrocoloides nas duas concentrações analisadas (0,50 e 0,75% m/m) não diferiram significativamente a 95% de confiança ($p < 0,05$).

Coesividade é uma medida do grau de dificuldade em que a estrutura interna do gel é quebrada ou a taxa na qual o material se desintegra em ação mecânica (Bourne, 2002). Ao estudar os hidrocoloides na concentração de 0,50% m/m, com uma concentração fixa de amido de 5% m/m, as três gomas não diferiram entre si, apresentando valores entre 0,86 a 0,91. Ao estudar a concentração de 0,75% m/m o EPS rizobiano ($0,87 \pm 0,04$) se diferenciou significativamente da goma xantana ($0,81 \pm 0,01$) e da goma gelana comercial ($0,70 \pm 0,03$). À medida que aumenta a concentração de hidrocoloide (0,75% m/m) os géis se tornam mais coesos, isto é, possuem maior força de ligações internas, há assim maior resistência à desintegração estrutural (Chaisawang; Suphantharika, 2006; Bourne, 2002). Segundo Handa *et al.* (1998), isso indica o quanto a estrutura do gel permanece intacta após a primeira compressão. De acordo com Antunes *et al.* (2003), a coesividade se relaciona com as forças envolvidas nas ligações internas do produto. Sendo assim, a estrutura do gel acrescido de EPS rizobiano alcançou uma coesividade maior do que a de géis da goma gelana e xantana.

Os géis adicionados de 0,50 e 0,75% m/m de goma xantana e do EPS rizobiano não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$) para o parâmetro gomosidade, resultando em $4,02 \pm 0,78$; $2,41 \pm 0,34$ e $4,43 \pm 0,89$; $4,01 \pm 0,64$, respectivamente. A gomosidade da goma gelana foi de $20,61 \pm 0,54$ e $28,92 \pm 2,10$, diferindo dos demais ($p < 0,05$). Esse comportamento se deve possivelmente pelas mesmas interações que influenciaram a dureza dos géis adicionados de gelana, devido a este comportamento ser governado pelas mesmas interações que governam a dureza e a coesividade, sendo a gomosidade um produto destes dois parâmetros.

A mastigabilidade é o produto entre a gomosidade e a elasticidade. Tem grande relação com a análise sensorial, onde é o número de mastigações necessárias para tornar o alimento com consistência adequada para ser engolido (Bourne, 2002). Pode-se observar na Tabela 1 que não houve diferença significativa para o parâmetro mastigabilidade entre a goma xantana e o EPS rizobiano, com valores de $3,57 \pm 1,44$; $2,16 \pm 0,76$ para 0,50% m/m, e $4,31 \pm 1,11$ e

4,90±1,72 para 0,75% m/m, respectivamente. A goma gelana comercial apresentou uma gomosidade de 22,69±0,34, enfatizando que a força e o tempo de mastigação necessário para desintegrar o gel seriam maiores quando comparados com a goma xantana e o EPS rizobiano. A presença da goma no sistema fortalece a rede de gel por interações moleculares, o que torna os géis mais rígidos (Chaisawang; Suphantharika, 2006; Charoenkul *et al.*, 2011).

4. CONCLUSÃO

A adição dos diferentes hidrocoloides em géis de amido apresentou influência nas propriedades de textura avaliadas. O gel com a adição da goma gelana pode ser considerado um gel mais resistente, enquanto que o gel com adição de xantana e o gel com adição de EPS rizobiano demonstraram características semelhantes.

5. REFERÊNCIAS

- ANTUNES, A. E. C.; MOTTA, E. M. P.; ANTUNES, A. J. *Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado protéico de soro de leite*. Ciênc.Tecnol. Aliment. v. 23, p. 183-189, 2003.
- BOURNE, M. C. *Food texture and viscosity: concept and measurement*. New York: Academic Press, 2002.
- CHAIKAWA, M.; SUPHANTHARIKA, M. *Pasting and rheological properties of native and anionic tapioca starches as modified by guar gum and xanthan gum*. Food Hydrocolloid., v. 20, n. 5, p. 641 – 649, 2006.
- CHAROENKUL, N; UTTAPAP, D; PATHIPANAWAT, W; TAKEDA, Y. *Physicochemical characteristics of starches and flours from cassava varieties having different cooked root textures*. LWT-Food Sci. Technol., v. 40, p. 1774-1781, 2011.
- HANDA, A.; TAKAHASHI, N.K.; FRONING, G.W. *Heat-induced egg white gels as affected by pH*. J. Food Sci., v. 63, n. 3, p. 403-407, 1998.
- MARSHALL, S. G.; VAISEY, M. *Sweetness perception in relation to some textural characteristics of hydrocolloid gels*. J. Texture Stud., v. 3, p. 173-185, 1972.
- RIBEIRO, V. A. Produção e caracterização de exopolissacarídeos a partir de bactérias diazotróficas cultivadas em meios à base de glicerol residual. 2015. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Escola de Química de Alimentos, Universidade Federal de Rio Grande (FURG), Campus de Rio Grande, Rio Grande – RS.
- SAHA, D.; BHATTACHARYA, S. *Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review*. J. Food Sci. Tech., v. 47, n. 6, p. 587-597, 2010.
- SALDAÑA, E.; BEHRENS, J.H.; SERRANO, J. S.; RIBEIRO, F.; ALMEIDA, M. A.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. *Microstructure, texture profile and descriptive analysis of texture for traditional and light mortadela*. Food Struct., v. 6, p. 113-20, 2015.

STAUDT, A.K.; WOLFE, L.G.; SHROUT, J.D. *Variations in exopolysaccharide production by Rhizobium tropici*. Arch. Microbiol., v. 194, p. 197-206, 2012.