

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

S. A. AMARAL<sup>1</sup>, J. M. OLIVEIRA<sup>1</sup> e C. A. V. BURKERT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 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 hidrocolóides 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 ( $\text{g L}^{-1}$ ): 10 manitol; 0,1  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ; 0,4  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 0,2  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 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 ( $\text{g L}^{-1}$ ): 12,2 glicerol residual; 0,1  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ; 0,4  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 0,2  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,1 NaCl; 0,4 extrato de levedura; 0,12  $\text{MnCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,15  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; 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  $\pm 4^\circ\text{C}$ , 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 diálises com limite de exclusão molecular de 12.000 Da, por 72 h a 4°C para eliminação de impurezas. Após a diálise, 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 ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ). As amostras já gelatinizadas, ainda quentes, foram transferidas para recipientes de vidro de 50 mL (forma cilíndrica de  $\pm 45$  mm de

diâmetro interno e  $\pm 60$  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:  $2,0\text{ mm. s}^{-1}$ , 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 hidrocolóides 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 hidrocolóides.

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

\*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±1,16 e 2,38±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  $-2,52\pm0,04$  e  $-2,71\pm1,13$  para 0,50% m/m de hidrocoloide, e  $-3,38\pm1,97$  e  $-2,51\pm0,37$ , 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 compressão, 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 ( $0,87\pm0,04$ ) se diferenciou significativamente da goma xantana ( $0,81\pm0,01$ ) e da goma gelana comercial ( $0,70\pm0,03$ ). 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; Supphantharika, 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  $4,02\pm0,78$ ;  $2,41\pm0,34$  e  $4,43\pm0,89$ ;  $4,01\pm0,64$ , respectivamente. A gomosidade da goma gelana foi de  $20,61\pm0,54$  e  $28,92\pm2,10$ , 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  $3,57\pm1,44$ ;  $2,16\pm0,76$  para 0,50% m/m, e  $4,31\pm1,11$  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; Supphantharika, 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.

CHAIWANG, M.; SUPPHANTHARIKA, 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.