

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE XANTANA PRUNI, AMIDO DE MILHO E XANTANA PRUNI RETICULADA COM AMIDO

LUÍSA PEDROSO ZAHN¹; IZADORA ALMEIDA PEREZ²; LENNON DE OLIVEIRA MEYER³; EDUARDO DOS SANTOS MACEDO COSTA⁴; KARINE LASTE MACAGNAN⁵; ANGELITA DA SILVEIRA MOREIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – luisap.zahn@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – izadora_perez@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – lennonmeyer7@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – eduardodossantosmacedocosta@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – karinemacagnan@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – angelitadasilveiramoreira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A xantana é um polímero heteropolissacarídeo extracelular, produzido por bactérias fitopatogênicas do gênero *Xanthomonas*. Tem ampla utilização industrial, empregando-se, principalmente, nas áreas de alimentos, fármacos e cosméticos. É particularmente atrativa para a indústria farmacêutica, alimentícia e indústrias petrolíferas por sua capacidade de formar soluções viscosas, pseudoplásticas e estáveis frente a diversas condições de temperatura, pH e concentração iônica, mesmo em baixas concentrações (MCNELLY; KANG, 1973; ROSALAM; ENGLAND, 2006).

A xantana comercial, produzida por *X. campestris* pv *campestris*, possui como estrutura química primária uma cadeia principal de unidades de β -D-glicose unidas por ligação glicosídica 1-4, suas ramificações são formadas por β -D-manose -1,4- β -D-ácido glicurônico -1,2- α -D-manose. Essas ramificações estão em unidades alternadas de β -D-glicose, sendo as ligações com as unidades de β -D-manose do tipo O-3. Além disso, em sua estrutura estão presentes substituintes pirúvicos e acéticos, conferindo-lhe um caráter de polímero aniônico (SLONEKER; JEANES, 1962). A xantana produzida por *X. arboricola* pv *pruni*, é uma bactéria que contamina cultivos comerciais do gênero *Prunus*, como pessegueiros e ameixeiras, e varia em relação à estrutura química e às propriedades reológicas das xantanas comerciais. Apresenta ramnose em sua composição (MOREIRA et al., 2001).

O interesse no estudo do amido se dá devido a sua total biodegradabilidade, baixo custo e ampla disponibilidade (ZHONG; SONG, 2011). Porém, em sua forma nativa, seu uso é restrito na indústria devido a algumas propriedades indesejáveis, como: insolubilidade em água fria, instabilidade frente a ciclos de congelamento e descongelamento, alterações na viscosidade quando submetido ao cisalhamento mecânico e alta tendência à retrogradação. Contudo, o amido pode ser submetido a modificações controladas a fim de melhorar suas propriedades. A sua estrutura química pode ser modificada por métodos físicos, químicos, enzimáticos ou pela combinação desses, com a formação de produtos com propriedades diferentes do amido nativo (SINGH; KAUR; MCCARTHY, 2007; ZAVAREZE; DIAS, 2011).

A reticulação de polímeros é um processo que se dá quando cadeias poliméricas lineares ou ramificadas são interconectadas, ou seja, ligações entre moléculas produzindo polímeros tridimensionais com alta massa molar (BEJENARIU et al., 2009). Com a reticulação, diversas propriedades, como a estabilidade química, térmica, rigidez estrutural, permeabilidade dos filmes, cor, eficiência em quebração e capacidade de imobilização proteica e celular são

alteradas. Aumentando-se o grau de reticulação, diminui-se a porosidade do material obtido, a permeabilidade à água e a difusão de substâncias que possam estar aprisionadas nas redes poliméricas (KAROW, 2017). Entretanto, a xantana para ser convenientemente reticulada, necessita de desacetilação prévia (KLAIC, 2016).

Objetivou-se avaliar as propriedades reológicas de xantana pruni de alta viscosidade, amido de milho, xantana pruni reticulada com amido de milho e mistura física de xantana pruni e amido de milho.

2. METODOLOGIA

2.1 Produção da xantana pruni e modificação química

A cepa utilizada foi a 101 de *X. arboricola* pv pruni, em condições operacionais como descrito no pedido de patente WO/2006047845 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2006). Xantana pruni de alta viscosidade foi desacetilada de acordo com Klaic (2016). A reticulação da associação amido de milho/xantana desacetilada foi conforme Karow (2017), utilizando a proporção de 3,5% de amido e 1,5% de xantana.

2.2 Reometria

Preparou-se as soluções de xantana pruni, amido de milho, xantana pruni reticulada com amido e mistura física de xantana pruni e amido, na concentração de 1% (p/v) pela hidratação dos polímeros em água destilada e agitação moderada em agitador magnético em temperatura ambiente por 2h. Analisou-se as amostras através de ensaios rotacionais em reômetro (Haake® modelo RS150). Determinou-se a viscosidade em função da concentração por meio de curvas de tensão de cisalhamento versus taxa de deformação a 25°C, utilizando geometria de cone, com 35mm de diâmetro e ângulo de 1°, e placa com taxa de cisalhamento de 0,01-1000s⁻¹, durante 400s e 100 pontos de aquisição. Os parâmetros reológicos, índice de consistência (K) e o índice de fluxo (n) foram obtidos pelo ajuste do modelo de Ostwald-de-Waelle.

2.4 Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicada e as médias foram comparadas e analisadas por ANOVA (análises de variância) e teste de Tukey (5% de probabilidade) usando o programa Statistix 9.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Reometria

As amostras de xantana pruni e xantana pruni reticulada com amido apresentaram maiores viscosidades, comprovadas pelos maiores valores de K, não diferindo estatisticamente entre si. O amido de milho e a mistura física de xantana pruni e amido, entretanto, foram os materiais menos viscosos, com diferença significativa, quando comparados com xantana pruni e xantana pruni reticulada.

Os valores de n (índices de comportamento do escoamento) foram inferiores a 1, o que caracteriza as amostras como fluídos não-newtonianos com comportamento pseudoplástico; quanto mais afastado da unidade (1), maior a pseudoplasticidade. Assim, a amostra de amido foi a única que diferiu estatisticamente, apresentando menor pseudoplasticidade. Para fins de

comparação, as viscosidades das amostras analisadas estão dispostas na Figura 1 e na Tabela 1.

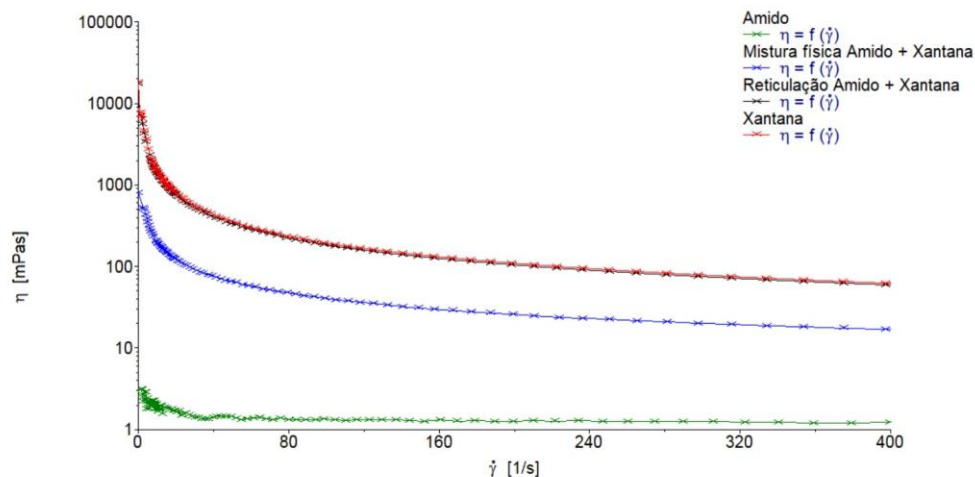


Figura 1. Curvas de viscosidade (mPas) versus taxa de deformação ($0,01-1000s^{-1}$) a $25^{\circ}C$ de soluções aquosas (1% m/v) de amido, mistura física, xantana reticulada com amido e xantana pruni.

Tabela 1. Parâmetros reológicos K e n, obtidos através do modelo matemático reológico de Ostwald-de-Waele.

Amostra	K	n
Xantana pruni	$11,23^A \pm 0,88$	$0,15^B \pm 0,03$
Amido	$0,33^B \pm 0,36$	$0,51^A \pm 0,01$
Mistura física (amido+xantana)	$1,21^B \pm 0,04$	$0,24^B \pm 0,01$
Xantana reticulada	$10,13^A \pm 0,87$	$0,16^B \pm 0,04$

*Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística em relação à amostra (coluna) pelo teste de Tukey $p < 0,05$.

KAROW (2017) avaliou a viscosidade de xantana natural, xantana desacetilada, xantana reticulada e amido de mandioca e constatou que o amido de mandioca possui menor viscosidade e menor pseudoplasticidade, com valor de K de 0,69 e de n de 0,68, corroborando com os resultados obtidos. Para a xantana reticulada com amido de mandioca, nas mesmas proporções utilizadas no presente estudo, a autora obteve resultados de 6,29 e 0,28 para K e n, respectivamente, sendo esses resultados inferiores tanto para viscosidade, como para pseudoplasticidade.

4. CONCLUSÕES

A xantana pruni e a xantana pruni reticulada com amido possuem excelentes propriedades reológicas, com elevada viscosidade e pseudoplasticidade, não diferindo estatisticamente entre si. Esses resultados potencializam a utilização da xantana pruni reticulada com amido para diversas finalidades, tendo em vista o elevado interesse na área da saúde e na área de alimentos, reduzindo o custo, quando comparado com a utilização da xantana pruni em sua forma nativa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEJENARIU, A.; POPA, M.; Dulong, V.; Picton, L.; Cerf, D. Trisodium trimetaphosphate cross-linked xanthan networks: synthesis, swelling, loading and releasing behaviour. **Polymer Bulletin**, v. 62, p. 525 – 538, 2009.
- GARCÍA-OCHOA, F.; SANTOS, V. E.; CASAS, J. A.; GÓMEZ, E. Xanthan gum: Production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, v. 18, p. 549-579, 2000.
- KAROW, M. F. Revestimentos biodegradáveis comestíveis à base de amido de mandioca e xantana reticulados com trimetafosfato de sódio. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.
- KLAIC, P. M. A. Parâmetros reológicos e resistência térmica de xantana de *Xanthomonas arboricola* pv pruni: potencialização por desacetilação, reticulação e troca iônica. 2016. 163f. Tese (Doutorado em Ciência e tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.
- MCNELLY, W. H.; KANG, K. S. Xanthan and some other biosynthetic gums. In: WHISTLES, R. L.; BEMILLER, J.N., Editors. Industrial gums, Academic Press, New York, 1973, p. 473-497.
- MOREIRA, A. S.; VENDRUSCOLO, J. L. S.; GIL-TUNES, C.; VENDRUSCOLO, C. T. Screening among 18 novel strains of *Xanthomonas campestris* pv pruni. **Food Hydrocolloids**, v. 15, n. 4-6, p. 469-474, 2001.
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.
- SINGH, J.; KAUR, L.; MCCARTHY, O. J. Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications – a review. **Food Hydrocolloids**, v. 21, n. 1, p.1 - 22, 2007.
- SLONEKER, J. H.; JEANES, A. Exocellular bacterial polysaccharide from *Xanthomonas campestris* NRRL B - 1459. **Canadian Journal of Chemistry**, v. 40, n.11, p. 2066-2071, 1962.
- VENDRUSCOLO, C. T.; VENRUSCOLO, J. L. S.; MOREIRA, A. da S. Process for preparing a xanthan biopolymer. International Application published under the patent cooperation treaty. International publication number: WO2006047845, title: "Process for preparing a xanthan biopolymer". World intellectual property organization. Applicants: Universidade Federal de Pelotas, International publication, date: 11/05/2006.
- ZAVAREZE, E. D. R.; DIAS, A. R. G. Impact of heat-moisture treatment and Annealing in starches: A review. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, n. 2, p. 317 – 328, 2011.
- ZHONG, Y.; SONG, X.; LI, Y. Antimicrobial, physical and mechanical properties of Kudzu starch-chitosan composite films as a function of acid solvent types. **Carbohydrate Polymers**, v.84, n. 1, p. 335 – 342, 2011.