

EFEITO DE DIFERENTES SAIS NAS PROPRIEDADES DE GÉIS À BASE DE AMIDO DE PINHÃO

J.C. Spada, C.I. da Silva

Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CEP: 90035-007 – Porto Alegre – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 3308-2197– e-mail: (jcs@enq.ufrgs.br)

RESUMO – O objetivo desse trabalho foi verificar os efeitos da adição de sais como NaCl e KCl nas concentrações de 0,5 M e 1 M sobre a textura, viscosidade e estabilidade frente a ciclos de congelamento e descongelamento de géis preparados à base de amido de pinhão. A dureza, coesividade e gomosidade não foram afetados de maneira significativa pela adição de sal. Diferentemente, a viscosidade foi reduzida em ambas as concentrações estudadas (0,5 M e 1 M) para os dois sais. Um comportamento antagônico foi verificado nos ciclos de congelamento; a concentração de 0,5 M de NaCl reduziu significativamente a sinérese dos géis de amido de pinhão, enquanto que 1 M de NaCl aumentou esse valor. Por outro lado, a presença de KCl não alterou a sinérese das amostras. Os géis analisados apresentaram comportamentos diferentes, mostrando que a adição de sais pode promover efeitos complexos.

ABSTRACT – The objective of this work was to understand the influence of NaCl and KCl on some functional properties of *pinhão* starch gels. Texture, viscosity and stability against freezing and thawing cycles of gels with 2% and 5% starch were analyzed. Hardness, cohesiveness and gumminess were not significantly affected by the salt addition. In contrast, the viscosity was reduced at both salt concentrations (0.5 M and 1 M). A complex behavior was verified in the freezing cycles: 0.5 M NaCl concentration significantly reduced the syneresis, while 1 M NaCl increased the value. With 0.5 M and 1 M KCl, the gels stability was statistically equal to the sample without salt. The gels analyzed showed different behaviors, showing that the addition of salts can promote complex effects.

PALAVRAS-CHAVE: amido; gel; sal; textura; viscosidade.

KEYWORDS: starch, gel, salt, texture, viscosity.

1. INTRODUÇÃO

O amido é um polissacarídeo constituído de amilose e amilopectina e é responsável pelo fornecimento de cerca de 75% das calorias relacionadas ao consumo humano no mundo. É muito utilizado na indústria alimentícia como fonte nutricional ou como agente espessante, geleificante, estabilizante, emulsificante, encapsulante ou substituto de gordura. Fontes convencionais de amido são milho, trigo, arroz, batata e mandioca. Recentemente, fontes de amido não convencionais têm sido estudadas a fim de verificar se elas apresentam propriedades desejáveis pela indústria alimentícia compatíveis ou melhores que aquelas apresentadas pelos amidos convencionais. Dentre essas propriedades podemos citar o poder texturizante, a ausência de sinérese, transparência e a resistência térmica.

Neste cenário, uma opção de fonte não convencional de amido é o pinhão, que possui aproximadamente 36% desse componente em base úmida. O pinhão é a semente da *Araucária angustifolia*, árvore nativa das regiões sul e sudeste do Brasil, Argentina, Chile e Paraguai (Bello-Pérez et al., 2006) e que foi muito explorada pela qualidade de sua madeira a ponto de ser incluída na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria nº37 de 3 de abril 1992) do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente). Para garantir a



preservação das espécies ameaçadas de extinção, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) criou uma resolução (Resolução nº 271 de 24 de maio de 2001) proibindo o corte e a exploração das espécies que constam nesta lista oficial (IAP, 2015). Visando auxiliar a preservação e uso sustentável dessa espécie, novas aplicações para o pinhão e seu amido são necessárias. No entanto, poucos ainda são os estudos sobre as características, propriedades e aplicações do amido de pinhão.

Quando o amido é utilizado como espessante em alimentos como sopas, caldos, molhos de carne, sobremesas e pudins, necessita-se de uma alta viscosidade e poder espessante. Para tanto, é necessário que ocorra o aquecimento do amido, visto que os grânulos não se dispersam em água fria. Quando grânulos de amido são aquecidos em solução aquosa ocorre a ruptura da ordem molecular dentro do grânulo e, após resfriamento, a formação de um gel firme e viscoelástico. O processo de aquecimento da suspensão de amido é conhecido como gelatinização.

De acordo com Jane (1993), o efeito de sais na gelatinização do amido segue a Série de Hofmeister. A Série de Hofmeister foi criada em 1988 por Franz Hofmeister a partir da observação de que alguns íons possuem a habilidade de alterar a solubilidade de proteínas em soluções aquosas. Os efeitos de sais no amido já foram estudados por diversas técnicas, como por exemplo, microscopia ótica, calorimetria diferencial de varredura, análise reológica e propriedades dielétricas, mostrando que os sais apresentam um efeito complexo na gelatinização do amido (Ahmad e Willians, 1999; Wang et al., 2017). Assim, são necessários mais estudos para um melhor entendimento e avaliação do comportamento de géis de amido em soluções salinas.

Contudo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência que a adição de determinados sais exerce sobre algumas propriedades funcionais de géis à base de amido de pinhão. Para tal, os sais estudados foram o cloreto de sódio e o cloreto de potássio; as propriedades analisadas foram: textura, viscosidade e estabilidade aos ciclos de congelamento e descongelamento, relacionadas à qualidade do gel.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

As sementes de pinhão (*Araucaria angustifolia*) foram obtidas em mercado local de Porto Alegre – RS, selecionadas, limpas e armazenadas em freezer doméstico até a sua utilização. Para preparação das soluções salinas foram utilizados os sais cloreto de sódio (NaCl) (Dinâmica Química Contemporânea Ltda.) e cloreto de potássio (KCl) (Fmaia) em grau analítico. A extração do amido foi realizada conforme o procedimento desenvolvido por Bello-Pérez et al. (2006), com algumas modificações. Os pinhões foram descascados e triturados em um liquidificador doméstico com adição de água na proporção 1:2 durante 90 segundos. Após a trituração, o material foi filtrado em peneira de aço (Mesh Tyler 100) e foi lavado quatro vezes em água a 5 °C. Após cada lavagem, foi realizada uma decantação sob refrigeração que durou 50 minutos. O amido extraído foi seco por 48 h em estufa (A3 DG Temp, De Leo, Brasil) a 40 °C. Depois de seco, o amido passou novamente por um liquidificador doméstico e foi peneirado (Mesh Tyler 100) para obter-se um pó fino.

2.2 Preparo dos Géis

A gelatinização de suspensões aquosas de amido a 2 e 5 % (p/p) foi realizada por aquecimento em banho termostático (Polystat, Cole-Parmer, EUA) a 90 °C durante 30 minutos sob agitação mecânica de 500 rpm (Modelo 713, Fisatom, Brasil). Após a etapa de aquecimento, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e posteriormente acondicionadas (em tubos falcon ou recipientes plásticos circulares) e armazenadas sob refrigeração ou congelamento de acordo com a necessidade da análise. Os amidos foram suspensos em água destilada controle) e em soluções de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl) nas concentrações de 0,5 e 1 M.

2.3 Análise de textura e viscosidade dos géis de Amido

A textura dos géis com 5 % de amido foi avaliada após refrigeração por 24 h de maneira similar ao abordado por Silva (2019). A análise foi realizada em um texturômetro de bancada (TA.XT.plus, Stable Micro Systems, Inglaterra), com probe cilíndrica de acrílico P/20P (diâmetro de 20 mm), utilizando os seguintes parâmetros: velocidade de pré-teste de 1,0 mm.s⁻¹; velocidade de teste de 1,7 mm.s⁻¹; velocidade de pós-teste de 10,0 mm.s⁻¹ e força de compressão de 40%. Foram obtidas respostas para dureza, coesividade e gomosidade. A viscosidade dos géis com 2 % de amido foi medida em um viscosímetro rotacional (Viscolead Smart, Fungilab, Espanha) a 22°C após refrigeração por 24 h. A rotação e o spindle utilizados na medição variaram de acordo com a amostra.

2.4 Estabilidade ao congelamento e descongelamento

A metodologia proposta foi similar àquela reportada por White et al. (1989). Géis com 5 % de amido de pinhão foram congelados a -18 °C por 24h e após descongelados por 1h30min em um banho termostático a 30 °C, sendo esse processo repetido 4 vezes. Após submeter as amostras aos quatro ciclos, elas foram centrifugadas por 30 min a 25 °C e 6000 g, e o sobrenadante foi coletado e pesado. A porcentagem de sinérese foi calculada pela relação entre a massa do sobrenadante e a massa inicial do gel de amido de pinhão.

2.5 Análise Estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o software *Statistica 13.0* (StatSoft, Tulsa, EUA). Para determinar diferenças significativas entre as amostras foi utilizado a análise de variância unidirecional (ANOVA) e o teste de Tukey com 5% de significância. As análises foram realizadas em triplicatas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise de textura dos géis de amido de pinhão sem adição de sais e com adição de diferentes concentrações de NaCl e KCl podem ser encontrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Propriedades de textura dos géis de amido de pinhão com e sem sais.

Amostra	Dureza (g)	Coesividade	Gomosidade (g)
Controle	203 ± 4 ^a	1,11 ± 0,04 ^b	225 ± 3 ^c
NaCl 0,5 mol/L	166 ± 15 ^a	1,20 ± 0,04 ^b	200 ± 25 ^c
NaCl 1 mol/L	151 ± 11 ^a	1,18 ± 0,02 ^b	178 ± 10 ^c
KCl 0,5 mol/L	178 ± 14 ^a	1,20 ± 0,00 ^b	214 ± 16 ^c
KCl 1 mol/L	157 ± 42 ^a	1,27 ± 0,05 ^b	197 ± 44 ^c

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si de acordo com o Teste de Tukey a 5% de significância (p>0,05)

De acordo com Mua e Jackson, 1997, géis duros são formados por amidos que apresentam maiores teores de amilose e cadeias de amilopectina mais longas. Sandhu e Singh, 2007 analisaram nove variedades de amido de milho com relação ao teor de amilose e as propriedades de textura e concluíram que as variedades com maior teor de amilose formaram géis mais duros. Essa conclusão foi consistente comparando os resultados de dureza obtidos para o amido de pinhão e o seu conteúdo de amilose (203 g e 23% de amilose) com os valores de dureza e amilose obtidos por Sandhu e Singh, 2007 (~24 g e ~18% de amilose) em concentrações de amido similares (5% de amido de pinhão e 6% de amido de milho). A dureza de géis com 10 % de amido de pinhão foi analisada por Klein et al., 2013 que obtiveram um valor de aproximadamente 480 g, diferindo do valor encontrado neste trabalho.

Como a coesividade representa a força necessária para romper as ligações internas, géis de amido que possuem baixos valores de coesividade podem sofrer fortes alterações na textura, o que os tornam adequados para alimentos mastigáveis (Roopa e Bhattacharya, 2008). O valor de coesividade encontrado para o amido de pinhão (1,11) foi maior do que os encontrados por Wang et al. (2013) para batata (0,83) e arroz (0,788) e por Silva (2019) para milho (0,5) e mandioca (0,7).

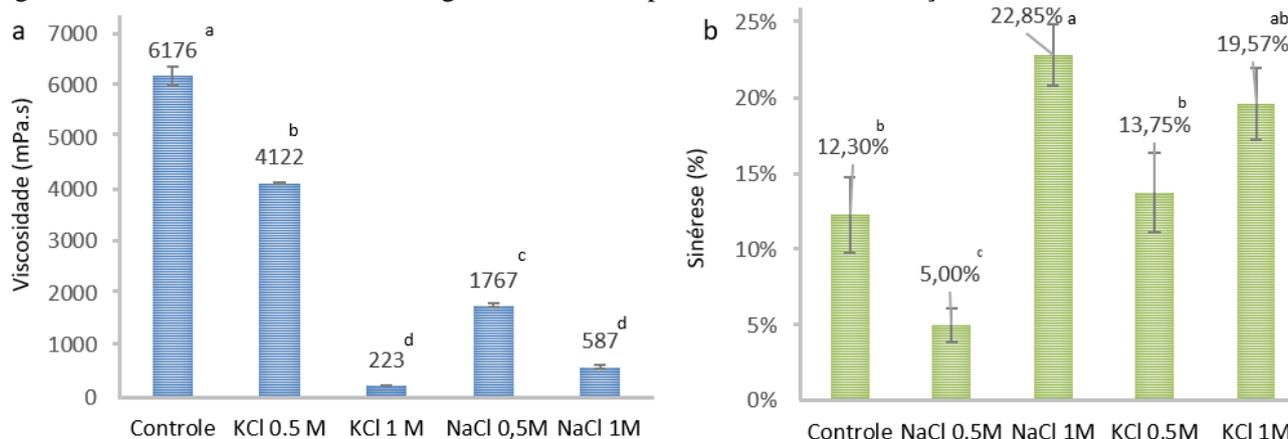
A gomosidade é a energia necessária para a desintegração do alimento e está diretamente relacionada ao teor de amilose dos géis de amido, visto que as cadeias lineares da amilose tendem a ter ligações intermoleculares mais fortes. Uma gomosidade de 225 g foi encontrada para o amido de pinhão, maior do que a reportada por Sandhu e Singh, 2007 (10 g).

De acordo com os dados da Tabela 1, a adição de sais nas suspensões com 5% de amido de pinhão não alterou significativamente nenhuma das propriedades de textura dos géis, o que difere do comportamento de outros géis de amido encontrados na literatura. Segundo Wang et al. (2016), a diminuição da força do gel é maior na presença do cátion Na^+ do que para o K^+ , o que é consistente com a Série de *Hofmeister*. Caso a concentração do gel fosse alterada para valores menores, esse comportamento poderia ser observado, já que se percebe uma maior tendência de redução da dureza provocada pela adição de Na^+ .

A Figura 1a mostra os valores obtidos para a viscosidade dos géis de amido de pinhão sem adição de sais e com diferentes concentrações de NaCl e KCl. O valor de viscosidade obtido para o amido de pinhão na concentração de 2%, cerca de 6176 mPa.s, foi maior do que o obtido por Adebowale e Sanni (2013) para o amido de mandioca (700 mPa.s) na concentração de 2,5%. Observou-se que os géis de amido de pinhão em soluções salinas apresentam menor viscosidade quando comparados com o gel sem adição de sais. Além disso, a redução da viscosidade provocada pela adição dos íons Na^+ foi mais acentuada do que a adição dos íons K^+ ; esses resultados corroboram com o que foi apresentado na Série de *Hofmeister*, visto que o Na^+ é considerado mais caotrópico que o K^+ . Os íons caotrópicos aumentam as interações macromolécula-água, reduzindo as interações amido-amido, levando à redução da capacidade de formação de gel. Resultados similares foram reportados por Samutsri e Suphantharika (2012) que estudaram a influência da adição de 0,1 M de NaCl na viscosidade aparente de géis de amido de arroz. Esses autores observaram que a viscosidade foi reduzida de 4190 mPa.s (sem sal) para 2790 mPa.s (com sal).

Os resultados de estabilidade aos ciclos de congelamento e descongelamento são mostrados a seguir. O percentual de sinérese das amostras pode ser verificado na Figura 1b. De acordo com Wosiacki e Cereda (1985), géis de amido de pinhão 5% m/v sem adição de nenhum sal apresentaram 15,9% de sinérese após seis ciclos de congelamento e descongelamento. Esse valor é relativamente próximo aos 12,3% encontrados neste trabalho após quatro ciclos. Thys (2009) encontrou valores ainda menores de sinérese de géis de amido de pinhão em seis ciclos de congelamento e descongelamento, cerca de 5%. Ainda assim, os valores de sinérese encontrados para os géis de amido de pinhão são bem menores se comparados a outros amidos típicos, como mandioca (39%), milho (65%), arroz (66,6%) e batata (71,5%) (Charoenrein et al., 2011; Srichuwong et al., 2012; Wang et al., 2017).

Figura 1 – Viscosidade e sinérese dos géis de amido de pinhão sem e com a adição de NaCl e KCl.



Letras iguais não diferem entre si de acordo com o Teste de Tukey a 5% de significância ($p > 0,05$)

Quando comparados ao controle, o gel formado com 0,5 M de NaCl se mostrou mais estável enquanto o gel formado com 1 M de NaCl mostrou menor estabilidade. Segundo Chiotelli et al. (2002), o NaCl tem um efeito complexo na gelatinização do amido, sendo a gelatinização controlada por uma interação de fatores, ou seja, interação água-soluto e amido-soluto. Esses dois efeitos podem estar em conflito e resultar em padrões complexos



e dependentes da concentração, conforme observado pelos resultados obtidos para os géis de amido de pinhão. O valor de sinérese encontrado para a amostra com 0,5 M de NaCl corrobora com o resultado da viscosidade, visto que em ambos os casos o efeito de *salting in* foi observado. No caso da concentração de 1 M, o sal pode ter afetado a temperatura de congelamento do gel tornando o processo mais demorado, permitindo a formação de cristais maiores, que posteriormente serão descongelados e exsudados da rede do gel. Entretanto, os géis de amido de pinhão formados com adição de KCl não apresentaram diferenças significativas nos valores de sinérese quando comparados ao controle.

4. CONCLUSÕES

O estudo provou que o tipo (cloreto de sódio e cloreto de potássio) e quantidade de sal podem influenciar as propriedades do gel de amido de pinhão como a textura, viscosidade e estabilidade aos ciclos de congelamento e descongelamento. Alguns resultados foram explicados pela Série de Hofmeister, onde o Na⁺ e K⁺ apresentaram um efeito de *salting in*. Outros resultados mais complexos foram atribuídos à competição entre o efeito exercido pela interação eletrostática entre o amido e os íons e os efeitos de *structure makers* e *structure breakers* dos íons na água.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Versantvoort, C. H., Oomen, A. G., Van de Kamp, E., Rompelberg, C. J., & Sips, A. J. (2005). Applicability of an in vitro digestion model in assessing the bioaccessibility of mycotoxins from food. *Food and Chemical Toxicology*, 43(1), 31-40.
- Adebowale, A. A., & Sanni, L (2013). O. Effects of solid content and temperature on viscosity of tapioca meal. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 573-578.
- Ahmad, F. B., & Willians, P. A. (1999). Effects of salts on the gelatinization and rheological properties of sago starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3359-3366.
- Bello-Pérez, L. A., García-Suárez, F.J., Méndez-Montealvo, G., Nascimento, J.R.O., Lajolo, F.M., & Cordenunsi, B.R. (2006). Isolation and characterization of starch from seeds of *araucaria brasiliensis*: a novel starch for application in food industry. *Starch/Stärke*, 58, 283-291.
- Charoenrein, S., Tatirat, O., & Muadklay, J. (2008). Use of centrifugation-filtration for determination of syneresis in freeze-thaw starch gels. *Carbohydrate Polymers*, 73, 143-147.
- Chen, H., Wang, Y., Leng, Y., Zhao, Y., & Zhao, X. Effect of nacl and sugar on physicochemical properties of flaxseed polysaccharide-potato starch complexes. *Science Asia*, 40, 60-68, 2014.
- Chiotelli, E., Pilosio, G., & Le Meste, M. (2002). Effect of sodium chloride on the gelatinization of starch: a multimeasurement study. *Biopolymers*, 63, 41-58.
- Jane, J. (1993). Mechanism of starch gelatinization in neutral salt solutions. *Starch/Stärke*, 45(5), 161-166.
- Klein, B., Pinto, V.Z., Vanier, N.L., Zavareze, E.R., Rosana Colussi, R., Evangelho, J.A., Gutkoski, L.C.; Dias, A.R.G.. (2013). Effect of single and dual heat-moisture treatments on properties of rice, cassava and *pinhão* starches. *Carbohydrate Polymers*, 98, 1578-1584.

27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020



ON LINE

7º Simpósio de
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

Mua, J.P., & Jackson, D.S. (1997). Fine structure of corn amylose and amylopectin fractions with various molecular weights. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 3840–3847.

Instituto Ambiental do Paraná (IAP). (2015). Portaria IAP nº 46 de 26 de março de 2015. Diário Oficial do Estado do Paraná. Disponível em https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-46-2015-pr_282528.html

Roopa, B. S., & Bhattacharya, S. (2008). Alginate gels: I. Characterization of textural attributes. *Journal of Food Engineering*, 85 (1), 123–131.

Samutsri, W., & Suphantharika, M. (2012). Effects of salts on pasting, thermal, and rheological properties of rice starch in the presence of non-ionic and ionic hydrocolloids. *Carbohydrate Polymers*, 87, 1559-1568.

Sandhu, K. S., & Singh, N. (2007). Some properties of corn starch ii: physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. *Food Chemistry*, 101, 1499-1507.

Silva, A. M. (2019). Influência do Tipo de Amido e Aquecimento – Convencional e Ôhmico – Sobre as Propriedades de Géis (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Srichuwong, S., Isono, N., Jiang, H., Mishima, T., & Hisamatsu, M. (2012). Freeze-thaw stability of starches from different botanical sources: correlation with structural features. *Carbohydrate Polymers*, 87, 1275-1279.

Wang, L., Xie, B., Xiong, G., Wu, W., Wang, J., Qiao, Y., & Liao, L.(2013). The effect of freeze-thaw cycles on microstructure and physicochemical properties of four starch gels. *Food Hydrocolloids*, 31, 61-67.

Wang, W., Zhou, H., Yang, H., & Cui, M. (2016). Effect of salts on the freeze-thaw stability, gel strength and rheological properties of potato starch. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 3624-3631.

Wang, W., Zhoy, H., Yang, H., Zhao, S., Liu, Y., & Liu, R.(2017). Effects of Salts on the Gelatinization and Retrogradation Properties of Maize Starch and Waxy Maize Starch. *Food Chemistry*, 214, 319-327.

White, P. J., Abbas, I. R., & Johnson, L. A. (1989). Freeze-thaw stability and refrigerated-storage retrogradation of starches. *Starch/Stärke*, 41(5), 176-180.

Wosiacki, G., & Cereda, M. P. (1985). Characterization of *pinhão* starch – part II. Rheological properties of the pastes. *Starch/Stärke*, 37 (12), 404-407.

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



www.officeeventos.com.br