

CINÉTICA DE INCHAMENTO DE AMIDO DE MANDIOQUINHA-SALSA (*Arracacia xanthorrhiza* BANCROFT) EM EXCESSO DE ÁGUA.

Maria Angélica Cocenza Ponsoni, Vânia Regina Nicoletti Telis. – Ciência e Tecnologia de Alimentos - Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de São José do Rio Preto.

Muitos materiais interessantes sob o ponto de vista de seu comportamento reológico consistem de uma mistura de fases líquida e sólida, como é o caso das suspensões aquosas de amidos, conhecidas como pastas. Durante o processamento as suspensões de amido são, de modo geral, submetidas a operações de aquecimento combinadas com a aplicação de taxas de deformação que afetam o seu comportamento reológico, bem como as características do produto final.

A gelatinização induz ao aumento da viscosidade em consequência de alterações estruturais tais como o inchamento irreversível dos grânulos de amido, fusão de micro-cristais e extração de componentes do amido, principalmente a amilose. Quando o máximo inchamento é alcançado, os grânulos começam a se romper, o que leva a uma diminuição da viscosidade, a qual pode ser acentuada se a taxa de deformação for elevada. Durante o resfriamento ocorre a retrogradação, quando os polímeros solubilizados do amido voltam a associar-se em uma estrutura ordenada. Dependendo do tipo e concentração de amido, a estrutura final pode ser a de uma solução espessa ou de um gel.

Diversas técnicas têm sido utilizadas para caracterizar as mudanças de viscosidade durante a gelatinização de suspensões de amido, sendo o visco-amilógrafo Brabender o instrumento mais utilizado. Entretanto, devido à complexa geometria do sistema, que dificulta a descrição do escoamento no interior do copo contendo a amostra, medidas fundamentais de viscosidade em função da taxa de deformação não podem ser obtidas (Lagarrigue, 2001).

Modelos para estimar a viscosidade de dispersões sólido-líquido não-alimentícias foram propostos a partir de trabalhos de Einstein sobre o comportamento de dispersões diluídas de esferas sólidas. Tais modelos baseiam-se na fração volumétrica (ϕ) de sólidos suspensos e na viscosidade relativa da suspensão (Rao, 1999; Yang et al., 2001). Entretanto, devido à natureza deformável dos grânulos de amido gelatinizados, é difícil determinar com precisão o parâmetro ϕ . Como alternativa, sugere-se utilizar a fração mássica de grânulos de amido, cQ , onde c é a concentração de amido (fração em massa) e Q é a massa de grânulos inchados em excesso de água por unidade de massa de amido seco. A fração cQ apresenta a vantagem de levar em consideração, ao mesmo tempo, a concentração de sólidos e o volume dos grânulos após a absorção de água. Sua determinação é feita por centrifugação da dispersão e cuidadosa separação da fase sobrenadante, sendo então medida a massa da fração sedimentada, correspondente aos grânulos úmidos (Rao et al., 1997).

A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), também conhecida por batata-baroa, batata-salsa ou cenoura amarela é uma tuberosa pertencente à família Apiácia. É rica em fósforo, vitamina A e niacina, sendo também uma importante fonte de energia em função do seu alto teor de carboidratos: o teor médio de amido na matéria fresca da mandioquinha-salsa é de 23% (Pereira, 1999). Por ser um amido de fácil digestibilidade, fácil cozimento e com boas propriedades de pasta, tem mostrado boa potencialidade para uso na alimentação infantil, de pessoas idosas e convalescentes.

Objetivou-se, neste trabalho, determinar a fração mássica de partículas inchadas, cQ , presentes nas suspensões aquosas de amido de mandioquinha-salsa em diferentes concentrações e temperaturas, a fim de obter modelos relacionados com a viscosidade das suspensões, e também verificar a cinética de gelatinização do amido.

O amido de mandioquinha-salsa foi extraído a partir da matéria fresca. As mandioquinhas foram lavadas, descascadas e cortadas em pequenos pedaços, mantidos imersos em água destilada a 5°C para evitar o escurecimento. Depois de cortados, os pedaços foram triturados em liquidificador industrial por cerca de 1 minuto, obtendo-se uma massa de amido que foi passada sucessivamente em peneiras com diâmetro de 80 e 200 mesh. O leite do amido obtido após o peneiramento foi deixado em repouso em câmara fria (5°C) por 24 horas para decantação. Após este período, o leite do amido foi resuspenso e decantado por mais 24 horas. O sobrenadante foi retirado por sifonação e o amido foi seco em estufa de circulação forçada a 38°C por 24 horas. Após a secagem, o amido foi macerado em almofariz e guardado em recipiente de vidro na geladeira para posterior utilização.

A umidade inicial do amido foi determinada segundo o método 44-15 A da American Association of Cereal Chemists (AACC), sendo a análise em duplicata. As suspensões foram preparadas em água deionizada, acrescentando-se a massa de água necessária para ajustar o teor de água final em função da umidade inicial do amido.

A fração mássica de grânulos de amido, cQ, foi determinada utilizando-se quatro níveis de concentração de amido, de 0,5%, 1,5%, 2,5% e 3,0% (p/p), nas temperaturas constantes de 55°C, 57,5°C, 60,0°C, 62,5°C e 65°C para cada uma das concentrações. Para cada binômio temperatura/concentração foram preparadas 120g de suspensão.

Primeiramente, a quantidade de amido a ser utilizada foi hidratada com 30g de água deionizada e mantida em repouso à temperatura ambiente por 2 horas. Após este período, a dispersão foi então adicionada à quantidade de água deionizada necessária para completar 120g de solução, considerando-se o teor de umidade inicial do amido, que foi de 20,8% (b.u.).

Para garantir que, no início do processo de inchamento (tempo 0) a suspensão já estivesse na temperatura desejada, a temperatura da água adicionada foi determinada a partir da equação $30T_1 + 90T_2 = 120T_3$, onde T_1 é a temperatura da amostra (aproximadamente 25°C), T_3 é a temperatura final desejada para o sistema (55°C, 57,5°C, 60,0°C, 62,5°C e 65°C) e T_2 é a temperatura calculada para a água adicionada.

A dispersão foi, então, colocada em um recipiente de aço inox e imersa em banho previamente termostatizado na temperatura correspondente ao ensaio, sob agitação constante de 12 rpm. Amostras de 10 mL foram retiradas após os tempos de 5, 10, 15, 30, 60, 90 e 120 minutos. Para fazer a amostragem utilizou-se uma pipeta com a ponta cortada, de modo que o orifício ficasse com 6 mm de diâmetro, para diminuir os efeitos cisalhantes e a destruição dos grânulos de amido. As amostras foram imediatamente colocadas em tubos com tampas e imersas em banho de gelo (5°C), a fim de bloquear a ação do aquecimento sobre os grânulos.

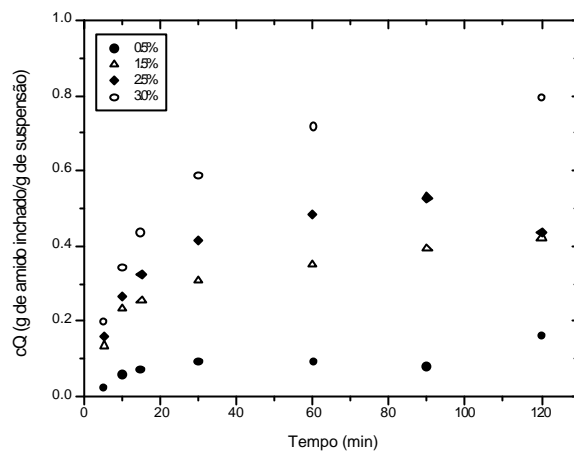
Após a retirada de todas as amostras, estas foram centrifugadas a 3200 rpm durante 15 minutos. As amostras foram pesadas individualmente e, em seguida, o sobrenadante foi cuidadosamente removido. O material sedimentado foi também pesado, obtendo-se assim a massa de amido úmido. O cQ foi determinado dividindo-se a massa de amido inchado (úmido) pela massa de amido seco contida na massa total da amostra, calculada a partir da concentração inicial da suspensão.

Construíram-se as curvas de cQ *versus* tempo utilizando-se o software Microsoft Origin v. 3.5. As curvas, apresentadas na Figura 1, foram agrupadas de forma a permitir a comparação do efeito das concentrações e temperaturas utilizadas sobre a cinética de inchamento do amido.

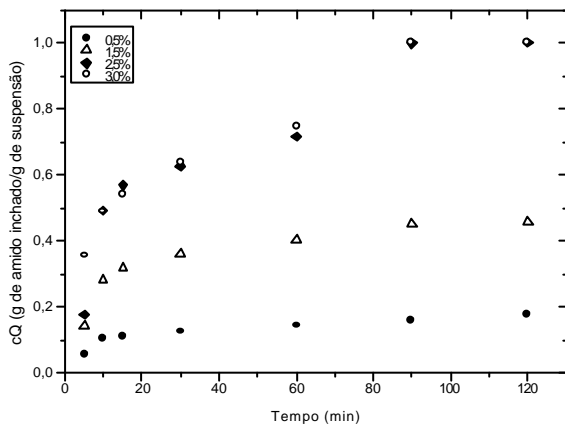
Através das curvas obtidas, observa-se que, com o aumento da concentração de amido seco, ocorre o aumento dos valores de cQ numa mesma temperatura. Percebe-se também que, com o aumento da temperatura, atingem-se mais rapidamente valores maiores de cQ para uma mesma concentração. Além disso, nota-se que o inchamento dos grânulos de amido varia com o tempo de acordo com cada temperatura e concentração.

Na Figura 2, tem-se a curva de cQ *versus* tempo para o amido de mandioquinha salsa de concentração 2,5% e temperatura de 65 °C, e a curva para o amido de mandioca de concentração 2,6% e temperatura de 67 °C, segundo dados obtidos por Rao & Tattiyakul (1999). Percebe-se através das curvas que ambas apresentam comportamento semelhante, porém a curva do amido de mandioquinha apresenta maiores valores de cQ, ainda que com menor concentração e menor temperatura. Este fato pode estar relacionado as diferenças na temperatura de gelatinização do amido das diferentes fontes, sendo que para a mandioca encontra-se na faixa de 60 °C e 75 °C (Rao & Tattiyakul, 1999) enquanto que a temperatura de gelatinização do amido da mandioquinha salsa é de 58,8 °C (Franco, 2001). Sendo assim, possivelmente o amido da mandioquinha salsa encontra-se mais gelatinizado na temperatura de 67 °C do que o amido de mandioca, e por isso apresenta-se mais inchado e com maiores valores de cQ.

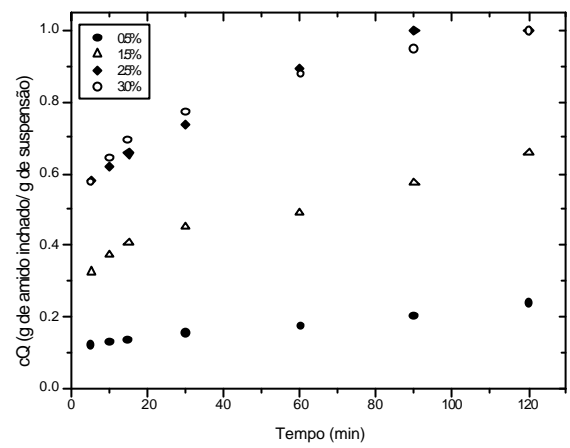
Portanto, observou-se que existe influência da temperatura, da concentração, assim como do tempo, sobre o processo de inchamento dos grânulos de amido de mandioquinha-salsa durante o aquecimento das suspensões aquosas, acarretando em diferenças na fração mássica dos grânulos presentes, o que possivelmente implicará em alterações na viscosidade do sistema.



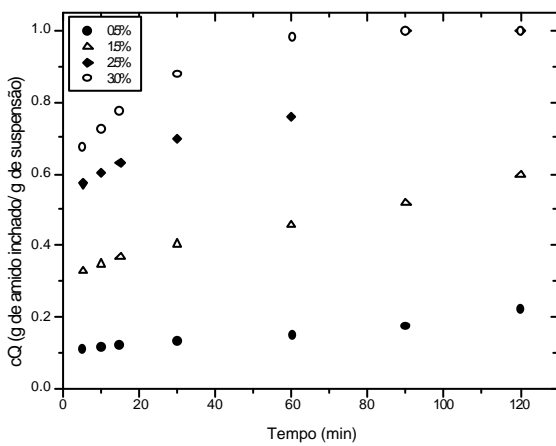
(a)



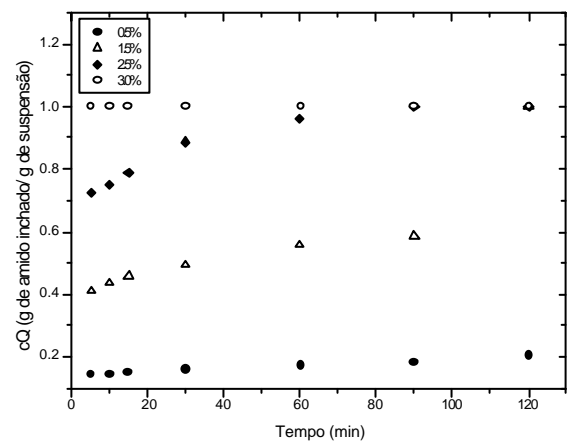
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura.1: Curvas de cQ *versus* tempo à temperaturas constantes. (a) Temperatura de 55° C. (b) Temperatura de 57,5° C. (c) Temperatura de 60° C. (d) Temperatura de 62,5° C. (e) Temperatura de 65° C.

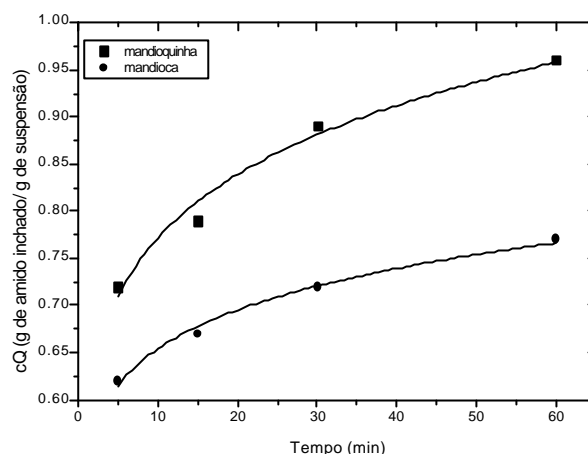


Figura 2: Curvas de cQ versus tempo para o amido de mandioca e de mandioca salsa.

Referências Bibliográficas

- Franco, C. M. L., et al., 2001. Propriedades Gerais do amido, 1. ed., Campinas: Fundação Cargill, 224p.
- Lagarrigue, S., Alvarez, G. 2001. The rheology of starch dispersions at high temperatures and high shear rates: a review. *Journal of Food Engineering*, 50, 189-202.
- Mewis, J. 1996. Flow behaviour of concentrated suspensions: predictions and measurements. *International Journal of Mineral Processing*, 44/45, 17-27.
- Paterson, J.L., Hardacre, A., Li, P. Rao, M.A. 2001. Rheology and granule size distributions of corn starch dispersions from two genotypes and grown in four regions. *Food Hydrocolloids*, 15, 453-459.
- Pereira, J., Ciacco, C.F., Vilela, E.R., Teixeira, L.S. 1999. Fermented starch in the biscuit manufacturing: alternative sources. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19(2), 287-293.
- Rao, M.A., Okechukwu, P.E., da Silva, P.M.S., Oliveira, J.C. 1997. Rheological behavior of heated starch dispersions in excess water: role of starch granule. *Carbohydrate Polymers*, 33, 273-283.
- Rao, M.A., Tattiyakul, J. 1999. Granule size and rheological behavior of heated tapioca starch dispersions. *Carbohydrate Polymers*, 38, 123-132.

Bolsa: FAPESP (Proc. 04/14209-0)