

AGLOMERAÇÃO DE PROTEÍNA CONCENTRADA DE ARROZ UTILIZANDO SOLUÇÃO DE SERICINA COMO LIGANTE: MONITORAMENTO IN-LINE DO TAMANHO DE PARTÍCULA

F. N. RUSSO¹, K. ANDREOLA¹ e O. P. TARANTO¹

¹ Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química
E-mail para contato: felipe09nrusso@gmail.com

RESUMO – Este trabalho apresenta estudos sobre a aglomeração de proteína concentrada de arroz utilizando soluções de sericina como ligante. Foi realizado monitoramento *in-line* do tamanho das partículas durante os ensaios a fim de obter a dinâmica de crescimento do material. Assim, os testes representaram melhoras nas propriedades de fluidez e molhabilidade do pó de proteína. Além disso, foram analisadas a influência da concentração e da quantidade de ligante atomizado no tamanho final das partículas e nas características do produto final.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças no estilo de vida e hábitos alimentares da população nos últimos anos tem estimulado o aumento no consumo de alimentos industrializados de fácil preparo e consumo. No entanto, esses produtos apresentam, na grande maioria, deficiência de nutrientes e excesso de aditivos artificiais o que leva a um padrão de alimentação inadequado (BRASIL, 2006, WHO, 2012). Embora a presença de alimentos industrializados na dieta da sociedade moderna seja evidente, a demanda por produtos saudáveis e nutricionalmente enriquecidos é crescente.

As proteínas do grão de arroz destacam-se devido as suas propriedades nutritivas, nutracêuticas e funcionais (SAUNDERS, 1990), são ricas em aminoácidos essenciais e apresentaram maior digestibilidade em comparação com a maioria das proteínas dos demais cereais (JULIANO, 1993). Por serem de origem vegetal, isentas de glúten e lactose, as proteínas do arroz são hipoalergênicas, podendo fazer parte de dietas infantis e especiais (HELM e BURKS, 1996). No entanto, a maioria dos pós proteicos de arroz disponíveis comercialmente são produtos com partículas muito finas e coesivas, o que dificulta sua dispersão em líquidos (instantaneização) e compromete a sua utilização em processos industriais, podendo causar o entupimento de tubulações devido à dificuldade de escoamento e também impedir uma mistura homogênea quando utilizado em formulações.

Na indústria de alimentos, o processo de aglomeração, que consiste na transformação de partículas finas em agregados de partículas, é utilizado na produção de alimentos instantâneos, que possuem capacidade de se reconstituir rapidamente quando misturados em água ou leite (SCHUBERT, 1993). Sendo assim, o processo de aglomeração representa uma alternativa interessante para melhorar as propriedades de instantaneização da proteína concentrada de arroz em pó, viabilizando a sua utilização em diversas aplicações industriais.

Leitos fluidizados são amplamente utilizados para a aglomeração de partículas, pois apresentam elevadas taxas de transferência de calor e de massa (KUNII e LEVENSPIEL, 1991). A aglomeração em leitos fluidizados é realizada pela atomização de um líquido ligante (material que tem como função favorecer e/ou melhorar a adesão de partículas individuais) sobre partículas em movimento agitado, de modo que o gás utilizado para fluidização das partículas também proporciona a evaporação do ligante e a secagem do material (PONT et al., 2001).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima e Ligante

A matéria-prima utilizada nos ensaios foi proteína isolada de arroz em pó. Foram testadas como ligantes sericina pura e uma solução aquosa de 50% em massa de sericina.

2.2. Descrição do Sistema Experimental e Experimentos

Os experimentos foram realizados num leito fluidizado de base cônica de 0,6 m de altura e 0,15 m de diâmetro. Para a distribuição homogênea do ar, foi utilizado uma placa perfurada com buracos de 0,001 m. Um soprador (WEG, 7,5 HP), ligado a um inversor de frequência (WEG, CFW 08), forneceu o ar de fluidização. A temperatura do ar no processo era controlada por meio de uma resistência elétrica e monitorada por termoresistências do tipo Pt-100. A fim de medir a temperatura e a umidade, dois termo-higrômetros (NOVUS, RHT-XS) foram instalados na entrada e saída do sistema. O ligante, juntamente com o ar comprimido, passava por um spray responsável pela atomização do líquido, a qual foi realizada contracorrente ao fluxo do ar de fluidização. O ligante foi bombeado por uma bomba peristáltica (Cole Parmer, Masterflex L/S). Os dados foram adquiridos pelo sistema NI cDAQ-9172 (National Instruments) e processados no software LabVIEW 8.6TM.

Os testes foram realizados com 0,4 kg de matéria-prima, com o ar de fluidização a temperatura de 75 °C, com velocidade de 0,6 m/s e o ar de atomização a 69 kPa. A vazão de ligante durante os testes foi de 2 mL/min. Passado o tempo de atomização, o material passa pela secagem, em que a vazão de ligante é cessada e o experimento termina quando a umidade do material fica próxima a 3,5%. No Teste 1, após 40 minutos de aglomeração a atomização de ligante foi desligada para início da secagem. Já nos testes 2 e 3, a aglomeração teve tempo de 50 minutos, totalizando 100 mL de ligante atomizados. Basicamente, as diferenças entre cada teste consistem na quantidade de ligante atomizado (80 mL ou 100 mL) e na concentração do ligante (puro ou 50% m/m).

2.3. Caracterização da Matéria-prima e do Produto Aglomerado

Tamanho de partícula: durante os ensaios de aglomeração foi realizado o monitoramento *in-line* (em tempo real e dentro do processo) do tamanho das partículas através da sonda Parsum IPP70S (Mavern Instruments, UK), a qual utiliza o princípio de velocimetria de filtro espacial para medir a velocidade e a “corda” (tamanho) das partículas. O princípio se baseia na evolução da sombra deixada pelas partículas, a qual é criada quando um feixe de laser atravessa o material particulado que está em movimento. O monitoramento *in-line* do processo é fundamental para entender a dinâmica de crescimento das partículas.

Fluidez: a análise de fluidez indica a facilidade com que as partículas escoam. A fim de determinar a fluidez, é preciso calcular o Índice de Carr (Equação 1), o qual pode ser interpretado pelo uso da Tabela 1:

Tabela 1: Relação entre o Índice de Carr e a Fluidez do material

IC	Nível de Fluidez
< 15	Escoa Livrementemente
15 - 20	Bom Escoamento
20 - 35	Moderado
35 - 45	Coesivo
> 45	Muito Coesivo

Fonte: TURCHIULI et al., (2005)

$$IC = \frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_t} \quad (1)$$

Na Equação 1, ρ_b é a densidade do leito de partículas e ρ_t é a densidade do leito de partículas compactado. A primeira é obtida com o auxílio de uma proveta de 25 mL e balança analítica. São colocados na proveta cerca de 20 mL de material e através da razão entre a massa e o volume obtidos, ρ_b é calculado. Já para obter ρ_t , a mesma proveta é colocada sob agitação no equipamento Autotap Tap Density Analyzer (Quantachrome instruments®, model DAT-4) até volume constante. Deste modo, com o novo volume, é possível obter a densidade de leito compactado.

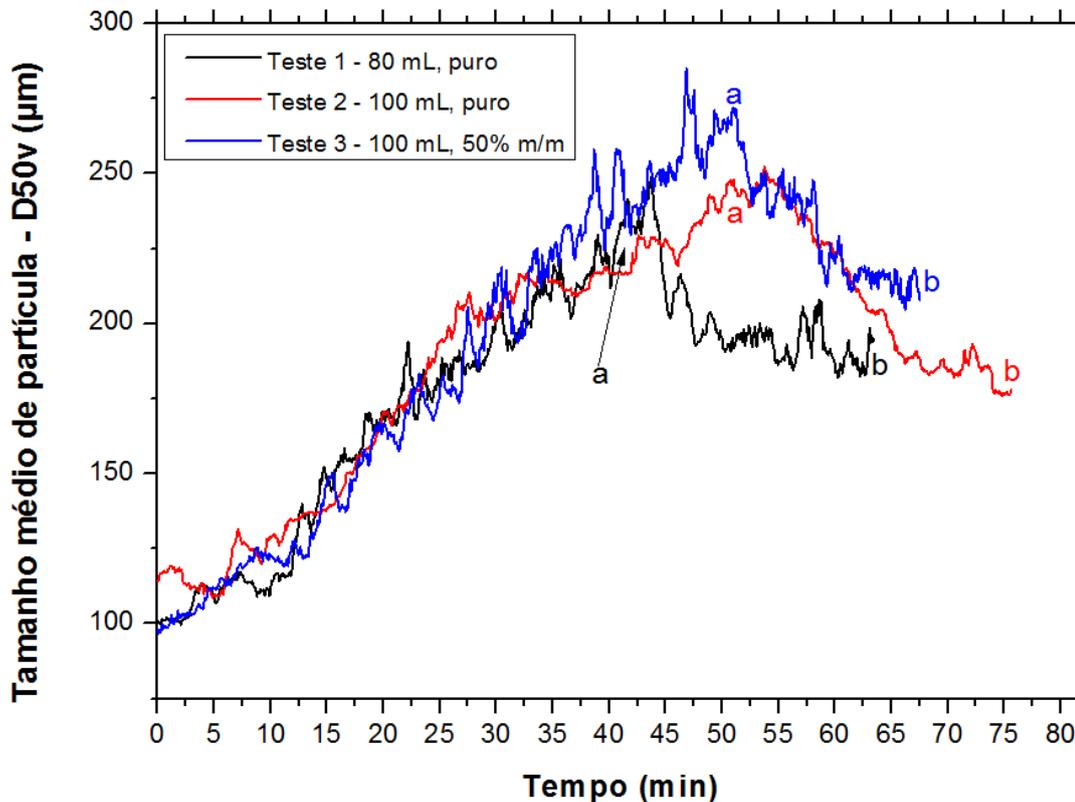
Instantaneização: a análise do tempo de instantaneização consiste em determinar o tempo com que 3g de material estejam completamente submersos em água destilada. Para tal, o material é disposto uniformemente sobre uma lâmina conectada a um pino, o qual quando acionado faz a lâmina deslizar rapidamente, promovendo o contato da proteína de arroz com a água. O teste é filmado para que o tempo de instantaneização possa ser determinado com o auxílio de um software editor de vídeos (Windows Movie Maker, por exemplo).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Tamanho de Partícula

O tamanho médio de partículas (D50) da matéria-prima obtido off-line por difração a laser é de 54,2 μm (ANDREOLA et al., 2017). Após os ensaios de aglomeração, o D50 aumentou para 194,7 μm ; 177,8 μm e 208,0 μm para o Teste 1, Teste 2 e Teste 3, respectivamente. Na Figura 1, podemos observar a dinâmica de crescimento das partículas durante o processo para os três testes. Vale ressaltar que o limite mínimo de medição da sonda é por volta de 50 μm , gerando assim desvios maiores para o início das medições.

Figura 1 – Perfil de crescimento do diâmetro médio das partículas, com a: início da secagem; b: final do processo



Primeiramente, é possível observar na Figura 1 que o ligante cumpre seu objetivo, uma vez que todos os ensaios resultaram num tamanho de partícula maior que o da matéria-prima.

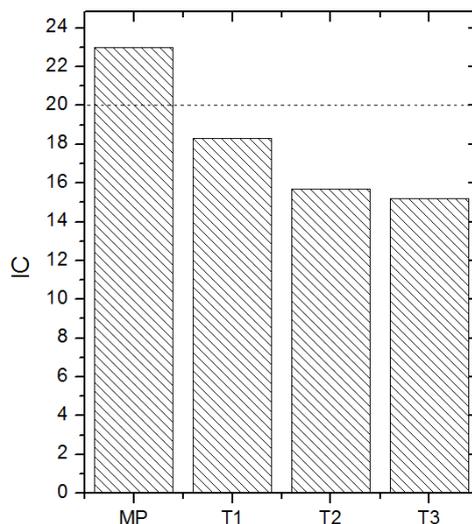
Quando os testes 1 e 2 são comparados, é possível observar que, como esperado, os dois apresentam praticamente a mesma dinâmica de crescimento. No entanto, o principal motivo dessa comparação é determinar qual a influência no resultado final de mais tempo de atomização, e conseqüentemente de maior volume de ligante usado no processo. Ao final da secagem, os dois testes resultaram em diâmetros médio de partícula muito próximos. Neste caso, o D50 do Teste 2 foi menor que o do Teste 1, mostrando que a utilização de mais ligante além dos 80 mL não é necessária, uma vez que não faz diferença no tamanho médio final.

Já a influência da concentração do ligante pode ser observada pela comparação dos testes 2 e 3. Até os primeiros 35 minutos de atomização, os dois testes apresentam uma dinâmica de crescimento parecida. Depois desse período, a taxa de crescimento do Teste 3 se mostra maior e seu D50 permanece maior que o do Teste 2 até o início da secagem. Uma possível explicação para essa diferença no crescimento pode estar associada à diferença de viscosidade entre o ligante puro e o ligante diluído, uma vez que foi visualmente notável que a solução pura era mais viscosa. De acordo com resultados de Schæfer e Mathiesen (1996), o aumento da viscosidade geralmente limita a dispersão do ligante, fazendo com que sua distribuição leve mais tempo, retardando o crescimento uniforme das partículas. Também é possível observar que o Teste 3 apresenta um tempo de secagem mais rápido, resultando num tamanho médio final superior ao Teste 2.

3.2 – Fluidez

A Figura 2 mostra a melhora na fluidez do material por meio da análise do Índice de Carr. Enquanto o nível de escoamento da matéria-prima era moderado (IC = 25,3), todos os produtos aglomerados obtidos apresentaram características de bom escoamento.

Figura 2 – Índice de Carr (IC) da matéria-prima (MT) e dos três produtos aglomerados



3.3 – Instantaneização

As partículas finas e coesivas da matéria-prima apresentam um tempo de instantaneização próximo a dois minutos e meio, enquanto os Testes 1, 2 e 3 apresentados no item anterior apresentam 5,8; 5,6 e 6,2 segundos, respectivamente. Deste modo, é possível observar a grande melhora nas propriedades de molhabilidade do material após a aglomeração.

3.4 – Sólidos Totais

A análise de sólidos totais presentes no ligante tem como objetivo verificar se a quantidade de sólidos na solução pode chegar a provocar interferências na fluidodinâmica do processo. Os resultados obtidos foram $3,2 \pm 0,2$ mg de sólidos por grama de solução para os testes 1 e 2 e $1,8 \pm 0,1$ mg/g para a solução do Teste 3, indicando, assim, que a presença de sólidos é desprezível por ser tão baixa.

4. CONCLUSÃO

Verificou-se que a sericina se mostra como um bom ligante para o processo de aglomeração de proteína concentrada de arroz, uma vez que após os ensaios foram constatadas melhorias no tamanho de partícula, fluidez e instantaneização. Além disso, foi constatado que não há melhorias significantes na qualidade do produto quando se aumenta a quantidade de ligante atomizado de 80 mL para 100 mL. Por fim, o uso de uma solução diluída de sericina se mostrou interessante, já que, além da economia de solução ligante, mostrou secagem mais rápida e tamanho de partícula maior que os outros testes.

5. REFERÊNCIAS

- ANDREOLA, K; SILVA, C. A. M. da; TARANTO, O. P. Agglomeration process of rice protein concentrate using glucomannan as binder: in-line monitoring of particle size. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: Promovendo alimentação saudável. Brasília: Editora MS, 2006. Disponível em <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area.cfm?id_area=1444> Acesso em: 15 de março de 2016.
- HELM, R.M.; BURKS, A.W. Hypoallergenicity of rice protein. *Cereal Foods World*, v. 41, p. 839842, 1996.
- JULIANO, B. O. Rice in human nutrition. Rome: FAO, 1993. p. 168.
- KUNII, D.; LEVENSPIEL, O. Fluidization Engineering. 2.ed. New York: John Wiley, 1991, p. 489
- PONT, V.; SALEH, K.; STEINMETZ, D.; HÉMATI, M. Influence of the physicochemical properties on the growth of solid particles by granulation in fluidized bed. *Powder Technology*, v. 120, p. 97104, 2001.
- SAUNDERS, R. M. The properties of rice bran as a foodstuff. *Cereal Foods World*, v. 35, n. 7, p. 632, 634-636, 1990.
- SCHÆFER, T.; MATHIESEN, C. Melt pelletization in a high shear mixer. VIII. Effects of binder viscosity. *International Journal of Pharmaceutics*, 139 (1996) 125-138.
- SCHUBERT H., Instantization of powdered foods, *International Chemical Engineering*, v. 33, n. 1, p. 28-45, 1993.
- TURCHIULI, C.; ELOUALIA, Z.; MANSOURI, N. E.; DUMOULIN, E. Fluidised bed agglomeration: Agglomerates shape and end-use properties. *Powder Technology*, v. 157, p. 168175, 2005.
- WHO, 2012. Disponível em: <<http://www.who.int/topics/nutrition/en/index.html>>. Acesso em: 27 de maio de 2012.