ISSN: 2594-6153

Análise do Perfil de Pressão em Sistema de Transporte Pneumático de Grãos de Soja em Fase Diluída

Silvio Luiz Castelhano Firmino[1,2], Fabiana Barrella Fernandes[1], Jaqueline Corrêa Cavalcante[1], Gisele da Silva Gouvea Monteiro[1], Deovaldo de Moraes Júnior[1], Marlene Silva de Moraes[1], Vitor da Silva Rosa[1]

[1]Universidade Santa Cecília (UniSanta), Santos-SP, Brasil
[2]Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Registro-SP, Brasil

E-mail: sfirmino@ifsp.edu.br

Resumo: O transporte de sólidos granulares é uma operação importante em diversas indústrias, desde químicas e alimentícias até a mineração. Entre os materiais que podem ser transportados dessa forma está a soja, a qual é transportada por longas distâncias, principalmente pelo modal rodoviário, por falta de um substituto mais econômico e ecológico. O objetivo deste trabalho foi analisar os perfis de pressão no sistema de transporte pneumático de soja em fase diluída. Para realização dos estudos foi utilizada uma unidade experimental com capacidade de transportar em torno de 350 kg/h de soja. Os perfis de pressão foram obtidos para quinze velocidades de transporte diferentes e por meio destes as influências de cada componente da tubulação foi observado. Concluiu-se que esses dados poderão auxiliar futuros projetos de transporte de grãos de soja.

Palavras-chave: Transporte pneumático; Soja; Fase diluída; Pressão; Acessórios.

Pressure Profile Analysis in Soybean Pneumatic Conveying System in Dilute phase

Abstract: The transportation of granular solids is an important operation in several industries, from chemicals and food to mining. Among the materials that can be transported in this way is soybeans, which is transported over long distances, mainly by road modal, for lack of a more economical and ecological substitute. The objective of this work was to analyze the pressure profiles in the pneumatic transport system of soybean in diluted phase. To carry out the studies, an experimental unit with capacity to transport around 350 kg/h of soybean was used. The pressure profiles were obtained for fifteen different transport speeds and through these the influences of each pipe component was observed. It was concluded that these data could help future soybean transport projects.

Keywords: Pneumatic conveying; Soybean; Dilute phase; Pressure; Fittings.

Introdução

Transportar sólidos na forma de grãos é uma necessidade frequente em diversos tipos de indústrias, tais como as siderúrgicas, alimentícias, químicas e na mineração. Essas operações de transporte podem ser realizadas utilizando-se vários tipos de equipamentos, em função de distância, velocidade, características do material, entre outros. Dentre os transportadores de sólidos convencionais, o pneumático se destaca por: impossibilitar perdas

ISSN: 2594-6153

de material no transporte; ser leve em comparação com outros equipamentos; possibilitar um leiaute ajustável às instalações da indústria [1].

Os sistemas de transporte pneumáticos podem ser classificados em dois tipos: fase densa ou fase diluída. O transporte em fase densa caracteriza-se por operar acima de 30% de volume de sólidos na tubulação, com pressões acima de 100 kPa e velocidades entre 1 e 5 m/s. Enquanto que no transporte em fase diluída a concentração de sólidos é abaixo de 1% (volume), pressões abaixo de 100 kPa e velocidades acima de 10 m/s [2]. Os sistemas em fase diluída são preferíveis, quando possível, devido aos menores custos de instalação e manutenção dos equipamentos [3].

A possibilidade de utilização de um sistema de transporte pneumático para soja em longas distâncias vêm sendo discutida, como uma alternativa econômica e ecológica ao atual transporte rodoviário. Entre as vantagens observadas têm-se: redução dos custos logísticos; redução de tráfego de caminhões; e possibilidade de operar mesmo em clima adverso. No entanto, para que projetos dessa magnitude possam ser desenvolvidos, faz-se necessário mais dados acerca desses equipamentos na literatura [4].

Objetivo

O presente estudo teve como objetivos: analisar as pressões em pontos distintos de um sistema de transporte pneumático de grãos de soja em fase diluída e identificar pontos críticos em termos de perda de carga.

Material e Métodos

A unidade experimental (Figura 1) utilizada neste trabalho foi composta por dutos e acessórios de acrílico com diâmetro interno de 117 mm, um ventilador centrífugo de 3 kW de potência e um conjunto de manômetros de tubo em “U” preenchidos com água e conectados a dez pontos da tubulação por mangueiras e anéis piezométricos.

O material transportado foram grãos de soja provenientes de um silo, descarregados na tubulação de transporte entre os pontos 2 e 3 por meio de uma válvula rotativa que permitiu uma vazão mássica de 356,984 kg/h e separados do ar no final da linha após a passagem por um ciclone. A menor velocidade do ar utilizada no estudo foi definida experimentalmente como sendo a mínima necessária para que os grãos de soja concluíssem o transporte até o silo e cujo valor observado foi de 15,3 m/s, enquanto a frequência no inversor que controla a velocidade do ventilador foi de 33 Hz. A partir desse ponto variou-se a frequência no inversor

em 1 Hz acima, até obterem-se quinze velocidades. As pressões foram obtidas em mmca pela medição dos desníveis nos tubos em "U" nos dez pontos e para as quinze velocidades.

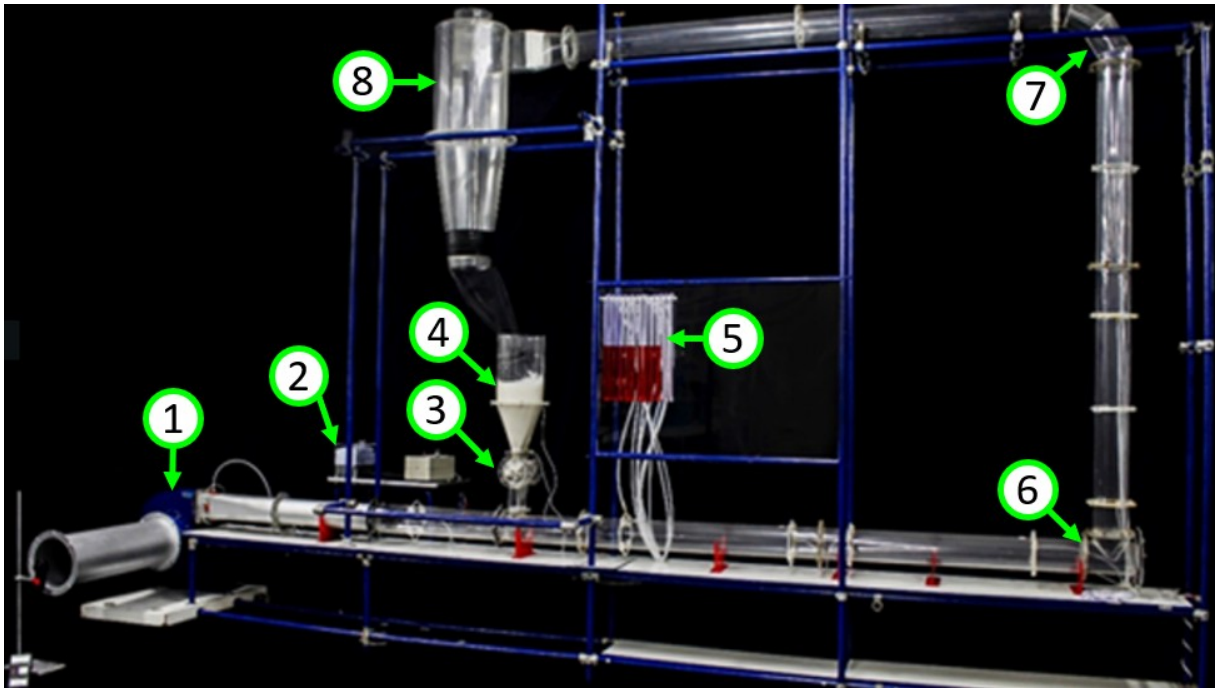

Figura 1. Unidade experimental. 1- Ventilador; 2- inversor de frequência; 3- válvula rotativa; 4- silo; 5- manômetros de tubo em "U"; 6- tê cego c/saída de lado; 7- curva de gomos a 90°; 8- ciclone [2].

Resultados

As medições realizadas nos dez pontos de tomadas de pressão do sistema podem ser vistas nas Figuras 2 e 3.

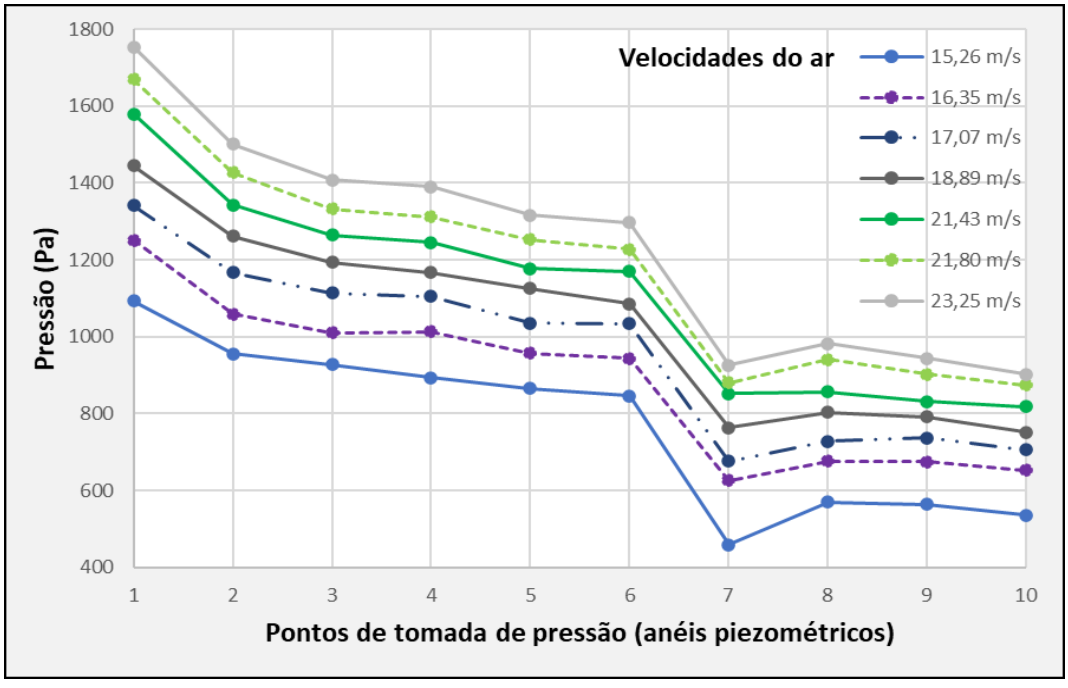

Figura 2. Perfil de pressão do transporte pneumático de soja para velocidades do ar de: 15,26 m/s, 16,35 m/s, 17,07 m/s, 18,89 m/s, 21,43 m/s, 21,80 m/s e 23,25 m/s.

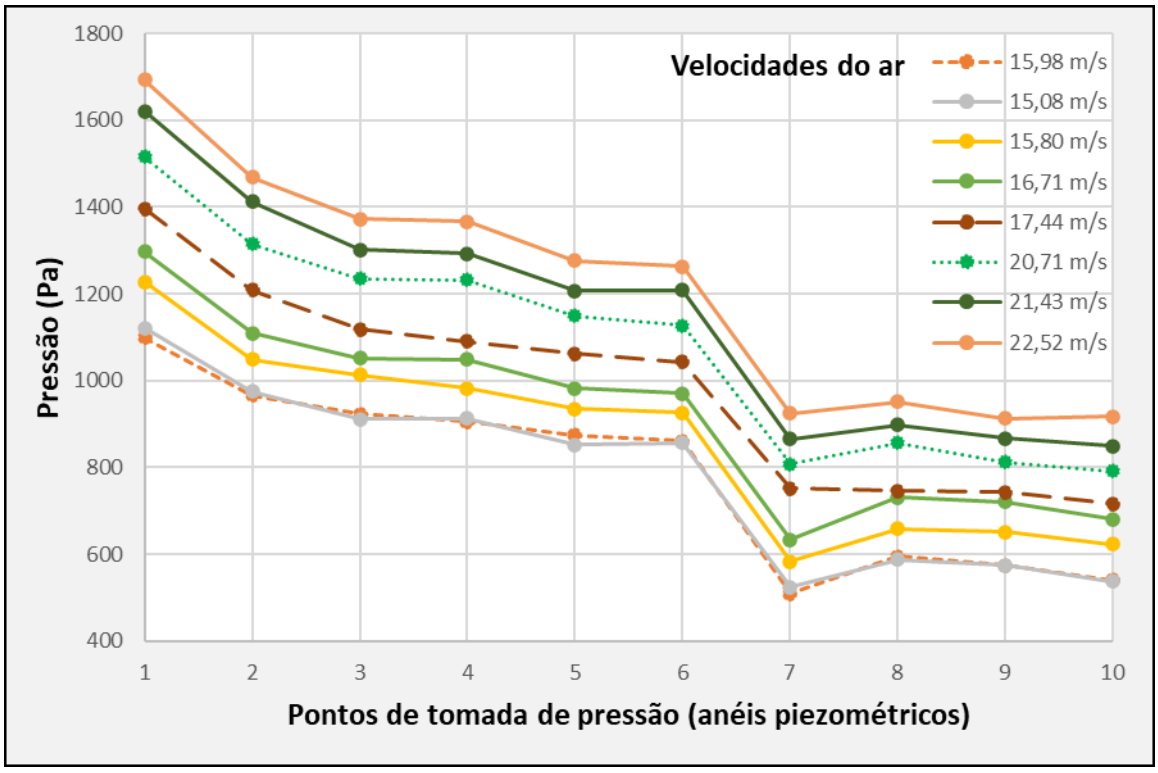

Figura 3. Perfil de pressão do transporte pneumático de soja para velocidades do ar de: 15,98 m/s, 15,08 m/s, 15,80 m/s, 16,71 m/s, 17,44 m/s, 20,71 m/s, 21,43 e 22,52 m/s.

Discussão

Logo no início da tubulação, entre os pontos 1 e 2, existe uma "colmeia" para homogeneização do fluxo de ar que sai do ventilador, justificando a grande queda de pressão observada. Há uma queda de pressão também considerável entre os pontos 2 e 3, isso se deve ao fato de que os grãos de soja são descarregados nesse trecho. Entre os pares de pontos 3-4, 5-6 e 9-10 as quedas de pressão são menos acentuadas pois são trechos lineares e sem singularidades. Nos intervalos 4-5 e 8-9 existem uniões por flange das tubulações, provocando um perfil de queda de pressão semelhantes entre si.

Nos perfis de pressão apresentados, o intervalo mais significativo é o 6-7, onde existe grande queda de pressão devido ao tê cego com saída de lado, utilizado nessa configuração para reduzir o desgaste da tubulação e a quebra dos grãos de soja, em comparação com a curva de gomos de 90°. No trecho 7-8 observa-se um leve aumento na pressão em relação ao trecho anterior, isso se deve à mudança de direção do fluxo, explicada pelo efeito denominado *vena-contracta* [2].

Conclusões

Diante do exposto conclui-se que a análise do perfil de pressão do sistema revela a influência de cada componente da tubulação em termos de queda de pressão. Mais dados sobre componentes de sistemas de transporte pneumático poderão auxiliar projetistas no desenvolvimento de novas soluções para o transporte de grãos.

Referências

1. Moraes, M S. Convecção forçada de partículas poliméricas em fase diluída: Curvas de pressão e distribuição de partículas. 2012. 109 f. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. Cap. 1.
2. Moraes, M S. et al. Experimental quantification of the head loss coefficient K for fittings and semi-industrial pipe cross section solid concentration profile in pneumatic conveying of polypropylene pellets in dilute phase. Powder Technology, [S.L.], v. 310, p. 250-263, abr. 2017. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2017.01.039.
3. Santos, S M. Projeto e montagem de unidade piloto de transporte pneumático em fase diluída para estudo da relação entre a perda de carga e a distribuição de partículas granulares na seção transversal de dutos industriais. 2009. 134 f. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Cap. 1.
4. Lustoza, E et al. Grãoduto - Transporte Pneumático de Soja para Longa Distância. Anais do VII Encontro Nacional de Pós-Graduação, Santos, v. 3, n. 1, p. 276-281, out. 2018. Anual. Disponível em: https://periodicos.unisanta.br/index.php/ENPG. Acesso em: 03 out. 2020.