Análise do perfil de pressão em sistema de transporte pneumático de grãos de milho em fase diluída

Silvio Luiz Castelhano Firmino[1], Deovaldo de Moraes Júnior[2], Vitor da Silva Rosa[2]

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

E-mail: sfirmino@ifsp.edu.br

Resumo: O transporte de sólidos granulares é uma importante operação em diversos processos industriais e processos agrícolas. Dentre as opções de transportadores disponíveis o tipo pneumático destaca-se por oferecer vantagens significativas para os grãos alimentícios. O objetivo deste trabalho foi analisar os perfis de pressão no sistema de transporte pneumático de milho em fase diluída. Para realização dos estudos foi utilizada uma unidade experimental com capacidade de transportar de 204,19 até 513,42 kg/h de grãos de milho. Os perfis de pressão foram obtidos para cinco velocidades de transporte diferentes e três valores de vazões mássicas. Concluiu-se que os dados de pressões observados poderão auxiliar futuros projetos de transporte de grãos de milho.

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

Pressure profile analysis in corn pneumatic conveying system in dilute phase

Abstract: The conveying of granular solids is an important operation in several industrial and agricultural processes. Within the available conveyor options, the pneumatic conveyor stands out for offering advantages for food grains. The objective of this work was to analyze the pressure profiles of this pneumatic corn transport system in diluted phase. To carry out the studies used an experimental unit with a transport capacity of 204.19 to 513.42 kg / h of corn grain. The pressure profiles were chosen for five different transport and three different mass flow values. It was concluded that the pressures data observed the auxiliary future corn grain transport projects.

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

Introdução

O transporte de sólidos granulares é uma importante operação em diversos processos industriais e processos agrícolas. O tipo de transportador a utilizar-se é uma importante decisão de projeto, impactando na qualidade do material transportado e nos custos operacionais [1].

Dentre as opções disponíveis no mercado o transporte pneumático oferece as principais vantagens de: baixo risco de contaminação e/ou perda material; flexibilidade do leiaute; facilidade de automação; e higiene e segurança do local de instalação entre outros. Enquanto as principais desvantagens podemos destacar: o alto consumo de energia; desgaste da tubulação por abrasão; e limitação de distância de transporte entre outros [2].

O milho é um dos produtos agrícolas mais importantes do mundo, fazendo parte da alimentação humana e de outros animais, e contribuindo junto com a soja em aproximadamente 80% da produção nacional de grãos [3].

A literatura de projetos de transporte pneumático carece de dados experimentais sobre a influência das diversas característica dos sistemas para o desenvolvimento de soluções mais adequadas para as operações de transporte [4].

Objetivo

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

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 [5].

O material transportado foram grãos de milho provenientes de um silo, descarregados na tubulação de transporte entre os pontos 2 e 3 por meio de uma válvula rotativa que permitiu três valores para vazão mássica, a saber: 204,19; 383,64 e 513,42 kg/h. As velocidades do ar para o transporte foram definidas a partir da mínima necessária para que os grãos concluíssem o trajeto da tubulação, cujo valor observado foi de 14,7 m/s, deste ponto em diante variou-se a frequência do inversor outras quatro vezes, utilizando um incremento de 5 Hz, obtendo-se assim: 18,1; 19,9; 21,4 e 22,7 m/s. As pressões foram tomadas medindo-se os desníveis nos manômetros de tubo "U" utilizando o paquímetro e posteriormente transformou-se as unidades para o sistema internacional (Pa).

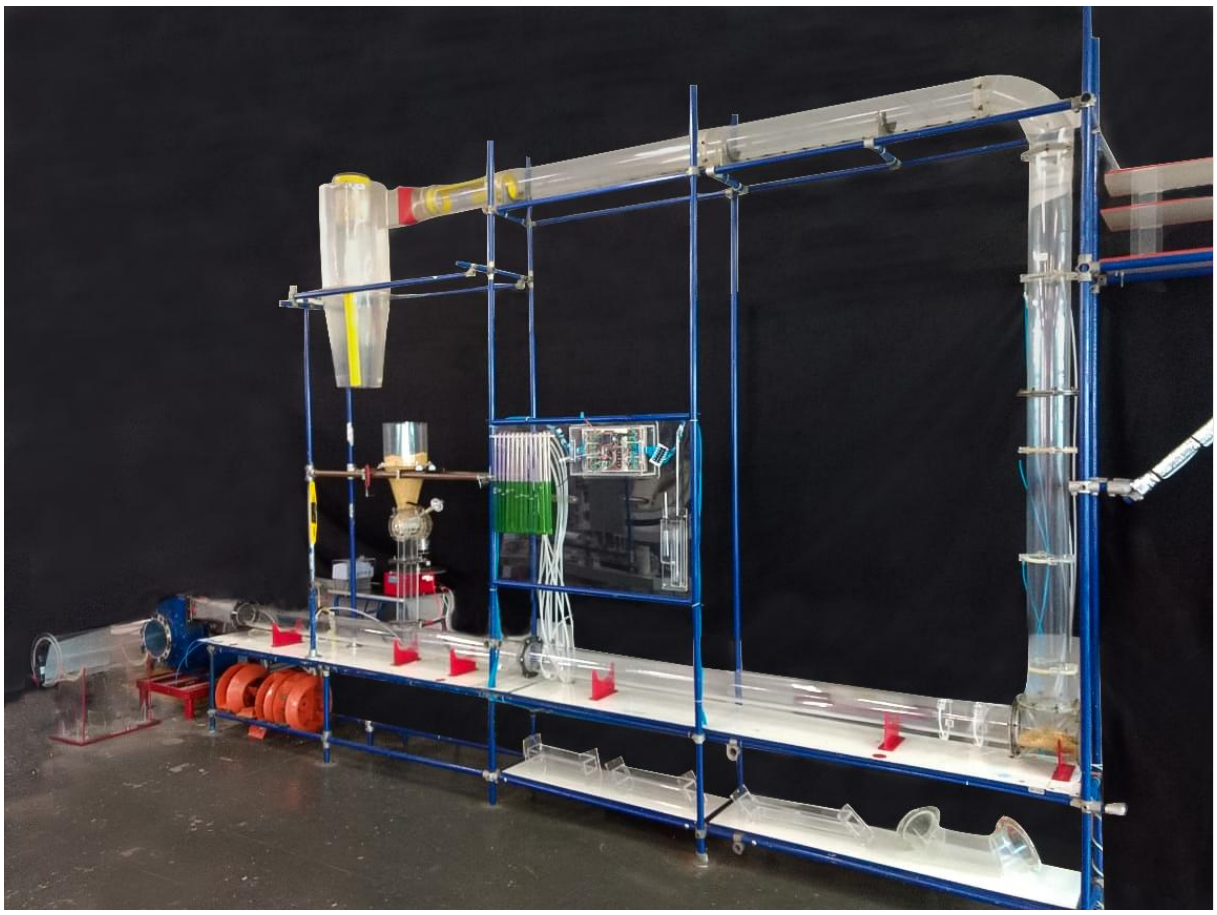

Figura 1. Unidade experimental composta por: ventilador centrífugo radial; inversor de frequência; válvula rotativa; silo; manômetros de tubo em "U"; tê cego c/saída de lado; curva de gomos a 90°; ciclone separador.

Resultados

As medições realizadas nos dez pontos de tomadas de pressão do sistema podem ser vistas nas Figuras 2, 3 e 4.

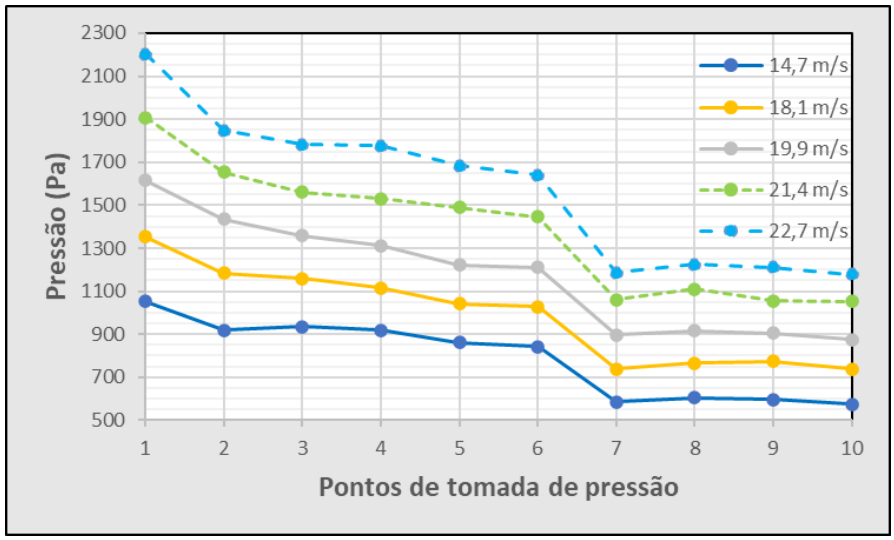

Figura 2. Perfil de pressão do transporte pneumático de milho para vazão mássica de 204,19 kg/h e velocidades do ar de: 14,7; 18,1; 19,9; 21,4; e 22,7 m/s.

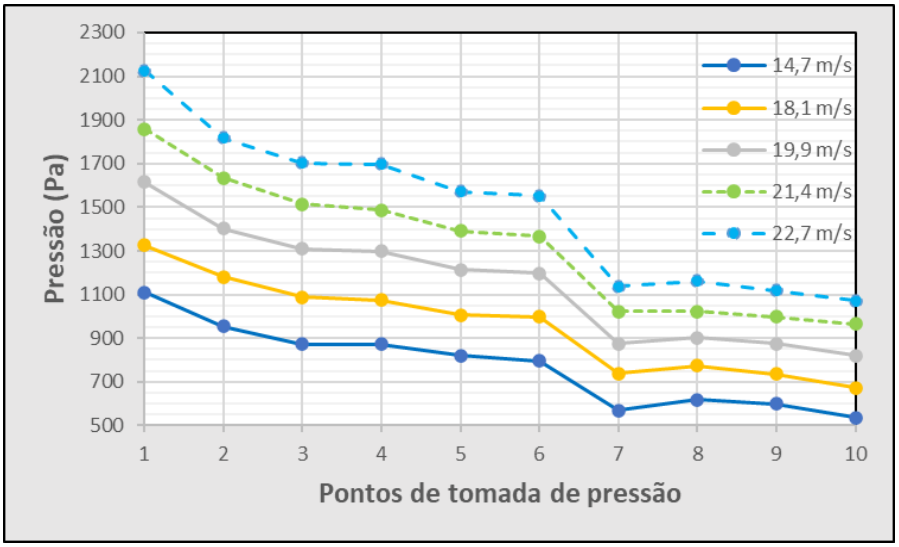

Figura 3. Perfil de pressão do transporte pneumático de milho para vazão mássica de 383,64 kg/h e velocidades do ar de: 14,7; 18,1; 19,9; 21,4; e 22,7 m/s.

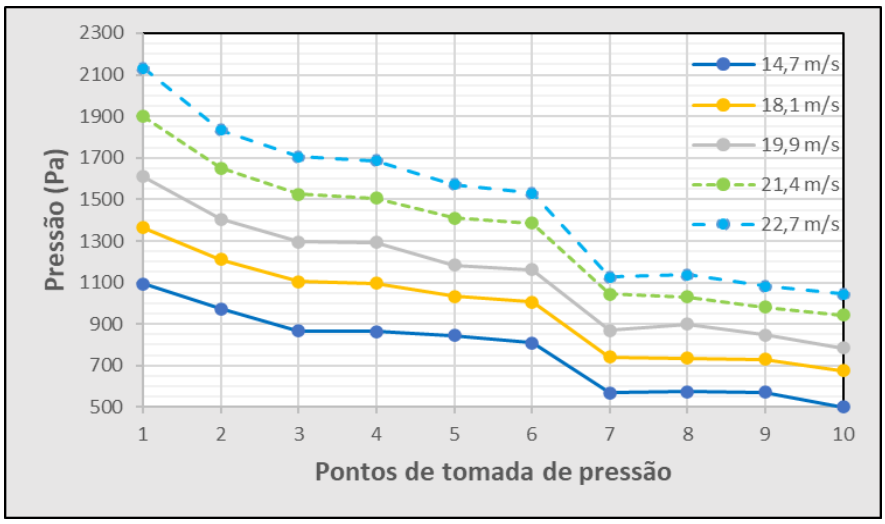

Figura 4. Perfil de pressão do transporte pneumático de milho para vazão mássica de 513,42 kg/h e velocidades do ar de: 14,7; 18,1; 19,9; 21,4; e 22,7 m/s.

Discussão

Na figura 2 observa-se cinco condições de transporte para os grãos de milho, utilizando-se vazão mássica de 204,19 kg/h. Entre os pontos 1 e 2 percebe-se uma queda de pressão considerável devido a existência de um dispositivo homogeneizador do fluxo de ar. Essa queda de pressão é a de segunda maior intensidade desse sistema e é maior para as maiores velocidades de transporte. Entre os pontos 2 e 3 ocorre a descarga dos grãos na tubulação, tal perturbação no fluxo impõe um leve aumento na pressão observada. Entre os pontos 3 e 4 há uma leve queda de pressão, devido ao trecho horizontal e contínuo da tubulação. Entre os pontos 4 e 5 há uma união com flange, entre os pontos 5 e 6 outro trecho

reto e contínuo da tubulação. No trecho 6-7 ocorre a maior queda de pressão devido a passagem do fluxo de ar e dos grãos pelo tê cego com saída de lado. O trecho de 7 a 10 é composto por dutos verticais e uma união com flange e não apresenta variações significativas das pressões medidas.

Nas figuras 3 e 4 observam-se outras dez condições diferentes para o transporte do milho, sendo na figura 3 a vazão mássica de 383,64 kg/h e na figura 4 a vazão mássica de 513,42 kg/h.

Conclusões

Conclui-se que as medições de pressão no sistema em estudo permitiram a compreensão dos efeitos de cada componente da tubulação para a resistência ao transporte dos grãos.

O estudo dos sistemas de transporte pneumático de grãos contribui com o aumento da eficiência desses sistemas e os dados observados auxiliam no projeto de sistemas que possibilitem maior capacidade no escoamento de grãos.

Referências

1. 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.
2. Tavares, V. A. Transporte pneumático de soja em fase diluída: obtenção da perda de carga e distribuição de partículas na seção transversal da tubulação horizontal. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Santa Cecília, Santos, 2014. Cap. 1.
3. Pita, M. G. Estudo da perda de carga em uma unidade piloto de transporte pneumático de grãos de milho em fase diluída – influência da singularidade tê. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Santa Cecília, Santos, 2016. Cap. 1.
4. Firmino, Silvio Luiz Castelhano et al. Análise do perfil de pressão em sistema de transporte pneumático de grãos de soja em fase diluída. Anais do IX Encontro Nacional de Pós-Graduação, Santos, nov. 2020. Anual. Disponível em: https://periodicos.unisanta.br/index.php/ENPG. Acesso em: 14 out. 2021.
5. 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. 2.