SIMULAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-PNEU DE UM PULVERIZADOR AGRÍCOLA AUTOPROPELIDO

Palavras-Chave: EFICIÊNCIA HIDRÁULICA; PULVERIZADOR AGRÍCOLA; SIMULAÇÃO EM SOLO

Autores(as):

MAYARA APARECIDA GOMES, FEAGRI - UNICAMP

Prof. Dr. ANGEL PONTIN GARCIA (orientador(a)), FEAGRI - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

O projeto teve como objetivo avaliar a eficiência do sistema de propulsão hidráulico de um pulverizador agrícola autopropelido, visando a substituição por um sistema mais eficiente. Inicialmente, planejou-se realizar ensaios em campo para medir a demanda de potência nas rodas do pulverizador. No entanto, devido a atrasos no fornecimento do equipamento pela empresa parceira e ao cronograma da mestranda responsável, optou-se por testes em ambiente controlado no Laboratório de Instrumentação e Controle (LIC) da UNICAMP. A adaptação manteve os objetivos originais, permitindo a comparação entre a potência fornecida pela bomba hidráulica e a potência efetiva no protótipo, além de estimar perdas energéticas.

Figura 1. Protótipo de simulação implemento-solo utilizado nos ensaios.

METODOLOGIA:

1. **Materiais**

   Foram utilizados os seguintes materiais:

- Sensor Huba Control (faixa de pressão: -1 a 600 bar).
- Motor Eaton Char Lynn 10000 Series (deslocamento: 940 cm³/r, torque: 2700 Nm).
- Manômetro WIKA e Bomba Heavy Duty Series 1 (pressão máxima: 415 bar).

2. **Metodologia**

O ensaio realizado, consistiu em três etapas:

- Levantamento de parâmetros: Identificação das características da bomba hidráulica e do motor.
- Instrumentação: Adaptação da saída de óleo da bomba com conexão "T" para instalação de sensor de pressão e manômetro. A força de tração foi medida por uma célula de carga acoplada ao software Quantum.
- Ensaios: Realizados em três profundidades de interação solo-pneu (44 cm, 46 cm, 48 cm). A pressão foi registrada via manômetro (dados do sensor Huba foram inconsistentes).

*Tabela 2 – Para legendas das tabelas, você pode usar a ferramenta "Inserir Legenda", disponível em "Referências> Inserir Legenda". Ela criará uma linha como esta porque a tabela está configurada para que o texto **não** se disponha ao redor dela.*

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados mostraram variações na eficiência do sistema conforme a profundidade:

- 44 cm: 18,86%
- 46 cm: 30,96%
- 48 cm: 30,68%

Os resultados revelaram um comportamento inesperado: na profundidade de 48 cm, o esforço médio necessário foi de 184 N, enquanto a 46 cm registrou 347 N – um valor significativamente maior. Essa inversão na relação entre profundidade e esforço contraria a expectativa teórica, que prevê maior demanda energética em condições de interação mais profunda com o solo.

Entre os fatores que podem explicar essa discrepância estão:

- Heterogeneidade do solo (variações na compactação do solo)
- Limitações do protótipo, como acoplamento mecânico não otimizado ou perdas não mapeadas no sistema hidráulico.
- Erros de medição, já que a pressão foi inferida por manômetro após falhas no sensor Huba Control.

Além disso, a eficiência energética do sistema variou entre 18,86% e 30,96%, valores muito abaixo dos 70–80% reportados em estudos com sistemas hidráulicos agrícolas em condições ideais (Santos et al., 2021; Zandonadi e Silva, 2019). Essa diferença reforça a necessidade de:

- Calibração precisa dos sensores (especialmente para pressão e vazão).

- Ajustes no protótipo, como redução de folgas mecânicas e otimização do acionamento hidráulico.

Além do mais, os dados sugerem que, embora o ambiente controlado permita análises preliminares, a eficiência real do sistema só poderá ser validada com testes em campo – etapa prevista para a continuidade do projeto.

CONCLUSÕES:

A simulação em ambiente controlado validou a metodologia, mas destacou desafios técnicos. A continuidade do projeto incluirá ensaios em campo para comparar dados reais com os obtidos em laboratório, visando otimizar a eficiência do sistema.

BIBLIOGRAFIA

BECHARA, **A. J. Fundamentos de mecânica dos fluidos**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

GONÇALVES, **L. M. G. Transmissão de potência hidráulica e pneumática**. São Paulo: Érica, 2008.

PEREIRA, F. L. et al. **Avaliação do desempenho de pulverizadores autopropelidos em diferentes condições de solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 24, n. 1, p. 45–51, jan. 2020.

SILVA, R. P. da; GAMERO, C. A. **Eficiência energética em máquinas agrícolas. Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 164–172, abr./jun. 2020.

SANTOS, D. R. dos; MOURA, J. P. de; FREITAS, **C. A. Análise de desempenho energético de sistemas hidráulicos em pulverizadores agrícolas**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p. 165–175, mar./abr. 2021.

ZANDONADI, R. S.; SILVA, **R. P. da. Avaliação da eficiência de transmissão hidráulica em pulverizadores autopropelidos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 23, n. 5, p. 342–348, maio 2019.