

BALANÇA DE FLUXO PARA DISTRIBUIÇÃO DE FERTILIZANTES EM SOLO

NORIEL DA SILVA SOUZA¹; ALAN JUNIO DA SILVA BORELA²; ADAMO DE SOUZA ARAÚJO³; RAFAEL DE LIMA RODRIGUES CHIQUINE⁴; ROGER TOSCAN SPAGNOLO⁵

¹ Universidade Federal de Pelotas – noriel.s.souza@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – alanj.borela@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – adamo.araujo@ufpel.edu.br

⁴ Universidade Federal de Pelotas – rafael04942@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas – roger.toscan@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em muitas regiões do Brasil, os solos são predominantemente ácidos e apresentam uma deficiência significativa de nutrientes, o que resulta em limitações para o pleno desenvolvimento das culturas agrícolas. Esse cenário de baixa fertilidade natural requer a utilização de fertilizantes e corretivos para melhorar as características do solo e para suprir as necessidades nutricionais das plantas. A aplicação desses insumos é essencial para maximizar a produtividade e garantir que o solo atenda às exigências específicas das culturas implantadas (BERNARDI; MACHADO; SILVA, 2002).

A distribuição de fertilizantes no solo, realizada por implementos agrícolas, como os dosadores de adubo, que desempenham um papel fundamental na otimização do desenvolvimento das culturas. No entanto, esses dosadores têm apontado a existência de imprecisões no processo de deposição desses insumos, resultando em uma distribuição não uniforme ao longo da linha de aplicação. Conforme ROSA et al. (2019), essa irregularidade na deposição pode provocar desequilíbrios nutricionais, uma vez que determinadas áreas do solo recebem uma quantidade excessiva de nutrientes, enquanto outras ficam carentes, comprometendo o crescimento uniforme das plantas e, consequentemente, a produtividade das culturas. Tal cenário ressalta a importância de avanços tecnológicos no desenvolvimento de dosadores mais precisos e adaptáveis às condições específicas de cada cultivo e terreno.

De acordo com BONOTTO et al. (2013), observou que mesmo em terrenos nivelados, a variabilidade na distribuição de fertilizantes persiste, o que exige a adoção de ferramentas capazes de avaliar a deposição de insumos de forma precisa e em condições reais de operação, como destacado por ROSA et al. (2019).

O processo de medição realizado por ROSA et al. (2019) apresenta uma certa complexidade, devido à necessidade de diversos recursos que permitam simular com precisão as condições reais de operação. Em resposta a essa limitação, SOUZA et al. (2023) propôs um método alternativo de avaliação da quantidade de fertilizante em função do tempo, utilizando uma célula de carga para monitorar e controlar a quantidade e a distribuição linear proporcionada pelos dosadores de fertilizantes no solo. Essa abordagem busca simplificar o procedimento de medição, mantendo a precisão no controle da distribuição dos insumos.

Contudo, ao final da análise dos dados obtidos pelo método de SOUZA et al. (2023), verificou-se que os coeficientes de variação não correspondiam de forma exata aos resultados reportados por ROSA et al. (2019), embora as médias de massa obtidas fossem bastante próximas. Essa discrepância foi atribuída à influência da energia potencial gravitacional durante a queda do fertilizante sobre a

célula de carga, o que poderia estar causando variações nos valores medidos. Diante disso, o presente estudo propõe o desenvolvimento de um modelo matemático capaz de corrigir essas variações, aprimorando a precisão do método de medição proposto por SOUZA et al. (2023).

2. METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos utilizando uma bancada especialmente projetada, composta por uma balança de medição temporal desenvolvida por nossa equipe com auxílio de impressora 3D. O tempo de medição foi programado conforme as necessidades do experimento. Além disso, empregou-se uma estrutura basculante posicionada acima da balança, na qual era inserida a massa a ser pesada. A estrutura basculante foi acionada por um motor de passo, proporcionando maior precisão no controle da abertura e fechamento da basculante, garantindo assim medições mais exatas. A configuração composta pela balança e estrutura basculante pode ser vista na figura 1.

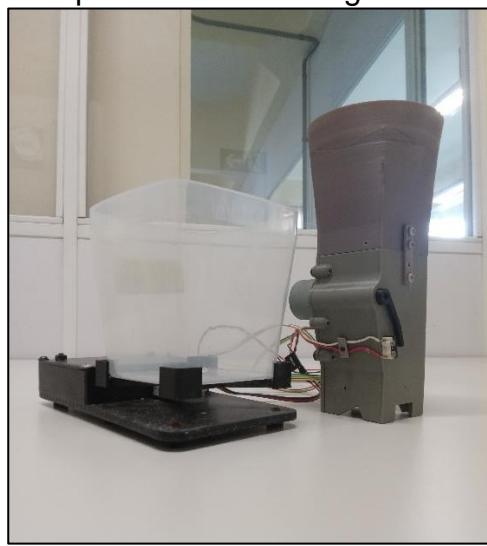


Figura 1: Balança e estrutura basculante.

Para reproduzir a distribuição linear do fertilizante sobre o solo, foram realizados os procedimentos de análise propostos por SOUZA et al. (2023), baseados no trabalho de ROSA et al. (2019). Contudo, em vez de utilizar um dosador de fertilizante sobre a balança, foi empregada uma estrutura basculante contendo uma massa de arroz integral. A escolha do arroz integral justifica-se pela sua homogeneidade, uma vez que possui uma única densidade aparente, ao contrário do fertilizante NPK inicialmente utilizado por SOUZA et al. (2023). Esse fator simplificou os cálculos, reduzindo o número de variáveis a serem consideradas em um primeiro momento.

Uma célula de carga (balança) com capacidade de até 500g foi posicionada abaixo da saída da estrutura basculante. Sobre a balança foi posicionado um recipiente de polipropileno de 10x10 cm de abertura e uma altura de 9 cm. A estrutura basculante foi ajustada a uma altura de 50 cm, medida da linha de abertura da estrutura basculante até o fundo do recipiente. Foram preparadas oito amostras de arroz integral, variando de 20g a 160g em incrementos de 20g. Para cada amostra, foram realizadas cinco repetições, capturando a massa em intervalos de 0,01 segundos. Foram armazenados, portanto, 160 dados por repetição. Estes dados foram transferidos para o Excel para análise posterior. Foi realizada uma filtragem com o objetivo de obter medidas aproximadas dentro do

intervalo de interesse, visto que os dados emitidos pela balança correspondem à soma de massas em função do tempo. Após essa etapa, utilizamos o método de exaustão de Arquimedes. Para isso, foi gerada uma curva com base nas áreas descritas pelos dados adquiridos, onde o eixo x representava o tempo (s) e o eixo y correspondia ao peso (g). A base dos retângulos que descreviam a área sob a curva foi determinada pela diferença de tempo (Δt), enquanto a altura foi calculada pela média dos pesos, conforme a Equação 1:

$$\frac{Peso_n + Peso_{n+1}}{2}$$

Equação 1: Cálculo para a média dos pesos.

O somatório dessas áreas representa a área total sob a curva, que está relacionada à massa do produto e à energia potencial gravitacional, resultante da altura a partir da qual a amostra cairá sobre a célula de carga. Dessa forma, podemos estabelecer uma relação entre a área e a massa. Para identificar esse vínculo, foi realizada uma análise de regressão linear com o objetivo de encontrar um modelo que descrevesse essa relação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A soma dessas áreas descreveu a área total sob a curva. Observa-se que a soma dessas n áreas resultou em valores muito próximos entre si, como demonstrado na Tabela 1.

Somatório das Áreas de 20g			Somatório das Áreas de 160g		
Testes	Gramas	Área (s*g)	Testes	Gramas	Área (s*g)
1	20	30,44455	1	160	185,2836
2	20	30,99605	2	160	184,8619
3	20	31,43565	3	160	181,7788
4	20	31,2606	4	160	180,8706
5	20	30,7015	5	160	183,8258

Tabela 1: Área formada pelo peso em função do tempo.

Com base no comportamento observado, foi possível calcular a porcentagem de erro em relação à medida real. A partir disso, foram realizadas diversas regressões, sendo que a linear foi a que melhor se ajustou aos pontos gerados pela relação entre g e A ($g * s$) obtendo um ótimo ajuste dos dados com um R^2 de 0,98. A Equação 2, descreve a resultante da regressão proposta.

$$g = f(A) = 0,9153A - 15,957$$

Equação 2: Equação que descreve o comportamento das medições.

Com auxílio da Equação 2 é possível obter uma estimativa aproximada dos pesos reais com base nas áreas geradas pelas medições, considerando uma altura de teste de 50 cm. O gráfico correspondente pode ser visto pela Figura 2.

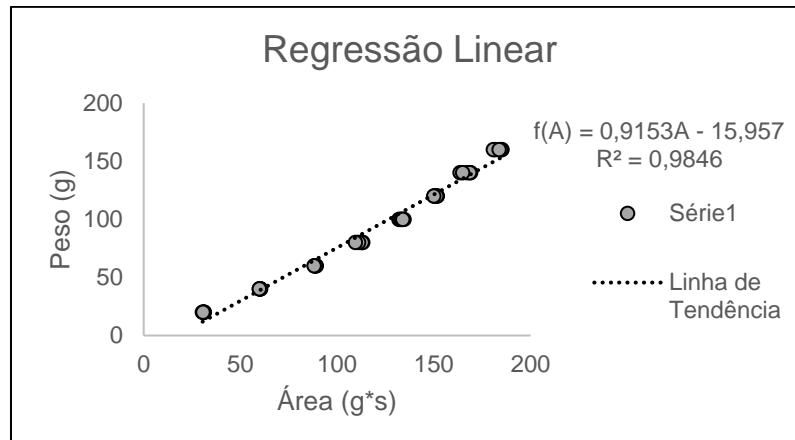


Figura 2: Regressão Linear.

Utilizando a Equação (2), aplicando uma área (A) de 185,28 (g*s) que corresponde ao peso de 160g, encontra-se um peso de 153,63g, correspondendo a um valor muito próximo ao valor inicialmente medido.

4. CONCLUSÕES

A partir das medições apresentadas infere-se que é possível a elaboração de uma solução para determinar a medida das amostras em função do tempo de forma instantânea e aproximada da medida real. Para tanto é necessário dar sequência aos experimentos adicionando mais variáveis como vibrações, que pode vir a possibilitar fazer medições mais precisas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDI, A. C. de C.; MACHADO, P. L. O. de A.; SILVA, C. A. Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. cap. 6, p. 61-77.

ROSA, D. et al. Methodology to Evaluate the Fertilizer Distribution by Helical Doser from Seed Planter. **Journal of Experimental Agriculture International**. 31(5): 1-7, mar. 2019.

BONOTTO, G. J. et al. Distribuição Longitudinal de Fertilizantes por Dosadores de Semeadoras Adubadoras em Linhas. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, Viçosa/Brasil, v. 21, n. 4, p. 368–378, ago. 2013.

SOUZA, N. et al. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE DOSADORES DE FERTILIZANTES, 9, 2023, Pelotas. Congresso De Inovação Tecnológica Da UFPel, 2023.