

Otimização de penetrômetro de bancada de baixo custo com prototipagem Arduino (IDE)

Carlos Henrique da Silva¹, Wagner Henrique Moreira¹, Wesley Tessaro Andrade²

¹IFMS-Instituto Federal de ciências e tecnologia de Mato Grosso do Sul – Nova Andradina-MS

carlos.silva16@estudante.ifms.edu.br, wagner.moreira@ifms.edu.br, wesley.andrade@ifms.edu.br

Resumo

Um dos parâmetros para definir um bom manejo do solo é o nível de compactação da camada cultivável do solo. Assim, o objetivo deste estudo é desenvolver um penetrômetro de bancada de baixo custo, visando obter um equipamento eficiente e durável e testar a eficiência em experimento com aplicação de diferentes doses de polímero para aumentar a retenção de água. O penetrômetro foi desenvolvido com a plataforma de prototipagem Arduino (IDE) utilizando célula de carga em “S” e haste de ponta concava e ângulo conhecido que faz a leitura em quilos e através de fórmula é feita a conversão para Mpa. A área experimental utilizada para teste do protótipo recebeu tratamento com diferentes doses de polímeros que retêm água visando comprovar a sua interferência na resistência do solo à penetração (RP). O equipamento coletou com eficiência os dados de RP. Foi possível coletar mais de 1000 dados por amostra (de 5 cm). Os resultados demonstram que o polímero não interferiu na RP.

Palavras-chave: Resistência do solo a penetração, retenção de umidade.

Introdução

A compactação da camada cultivável do solo faz com que a produtividade da área seja reduzida por impedir o desenvolvimento radicular, ocasionando o aumento do risco de erosão (Naime, 2006). O modo mais usual de se mensurar a sua compactação é através da Resistência a penetração (RP) que é a força ou pressão necessária para inserir uma haste com um cone de tamanho padrão em uma amostra de solo coletada (Figueredo, 2010). A Densidade (Ds) e teor de água do solo possuem influência direta na RP (Naime, 2006).

O penetrômetro de bancada faz a leitura de força necessária para inserir a haste na amostra de solo retornando dados em quilos e após o tratamento dos dados com fórmula para conversão, é obtida a pressão necessária em MPa (Figueredo, 2010). A RP sofre variação conforme o teor de água no solo, logo a aplicação de diferentes doses de polímero poderá influenciar a RP das amostras.

A aplicação de polímeros no solo afim de aumentar a retenção de água se mostra viável e em alguns estudos as quantidades recomendadas foram reduzidas e se mostraram viáveis ao produtor. Mendonça (2013) nos mostra que todas as doses aplicadas no estudo aumentaram a capacidade de retenção de água, mas a menor dose foi a mais viável economicamente, pois o aumento das dosagens não resultara no mesmo

aumento de retenção de água em proporção do acréscimo do polímero (Mendonça, 2013).

Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver um penetrômetro de bancada de baixo custo, visando obter um equipamento eficiente e durável e testar a eficiência em experimento com aplicação de diferentes doses de polímero para aumentar a retenção de água.

Metodologia

O desenvolvimento do penetrômetro, ocorreu com a plataforma de prototipagem Arduino (IDE). Paralelamente, foi realizada pesquisa sobre materiais e sua construção. Com isso utilizou-se metalão de 30mm x 30mm para a estrutura e suporte das demais peças. A plataforma superior de placa de madeira acomoda os componentes eletrônicos e na base para colocação dos cilindros com amostra a serem analisadas. Para a movimentação usou-se uma barra roscada de ½ polegada ligada a uma engrenagem que se liga a outra fixada no motor de passo na parte superior que faz a movimentação nos sentidos horários e anti-horários para subir e descer a plataforma.

A plataforma foi desenvolvida em forma de cunha em uma chapa de ferro de 5mm de altura x 50mm de largura na qual foi soldado nas extremidades buchas de ferro que são utilizadas como guias e no interior duas porcas de ½ polegadas ligadas a barra roscada para movimentação, também na plataforma foi feito um furo para que possa ser fixada a célula de carga em ‘S’ que faz a leitura da força necessária em quilos através da haste que se liga a célula de carga. Na parte superior foi colocado uma placa de madeira de forma a fixar todos os componentes eletrônicos como placas Arduino (IDE), um controlador da célula de carga, um controlador do motor de passo com uma ventoinha para refrigeração.

A coleta de dados ocorre por uma haste desenvolvida a partir de um parafuso que foi trabalhado em torno mecânico para que tenha as medidas de diâmetro de 4mm e ponta em cone com ângulo de 30° com o comprimento de 90mm conectado a uma célula de carga que transmite os dados para a placa Arduino (IDE) e envia ao notebook que coleta e transfere de forma manual os dados para tratamento e então a leitura em RP.

Para calibração da célula de carga foi utilizado pesos conhecidos e um calibrador da própria plataforma Arduino (IDE). Com a montagem, validação da movimentação e coleta de dados concluídas, iniciou-se a coleta de amostras

para análise da RP e teste da influência do polímero na RP visto que a umidade interfere. Para padronização das amostras quanto ao teor de água, as amostras coletadas foram saturadas por um período de 12 horas com uma lâmina de água de 1,5cm de altura e por 36 horas com uma lâmina de água de 4cm de altura para que se atinja a capacidade de campo das amostras e então foram colocadas para secar ao ar livre por um período de tempo de 72 horas e assim a padronização estava concluída, após esse período de secagem de 72 horas executou-se as análises e o tratamento dos dados.

A fabricação e montagem do protótipo teve um custo aproximado de R\$2.000,00, sem contar o custo de desenvolvimento da programação que nesse caso foi própria. O que mais impactou no preço de fabricação foi a hora do torno mecânico que ficou por volta de R\$50,00/h e utilizou-se de 10,5 horas com um total de R\$525,00.

A área do experimento com o polímero tem o tamanho de 24m X 27m com o total de 648m² que foi dividida em 32 subáreas de 6,75m X 3m. As doses utilizadas são 0, 1,35, 2,70, 4,05 gramas/m² com 8 repetições. O polímero foi aplicado hidratado como a recomendação do fabricante.



Figura 1. Protótipo Pronto.

Resultados e Discussão

Os dados referentes a RP, coletados no experimento de validação são apresentados na Tabela 1.

A Tabela 1 mostra que na média, o aumento da dose não teve influência na RP pois a maior dose teve uma RP praticamente igual à que não recebeu nenhuma dose do polímero, assim como a máxima e mínima nos retornam intervalos pequenos.

Tabela 1. Média geral de RP por doses de polímero.

Doses	0g/m ²	1,35g/m ²	2,70g/m ²	4,05g/m ²
Média	1,046	0,848	0,717	1,018
Moda	1,103	0,839	0,773	1,069
Mediana	1,069	0,852	0,733	1,048
Desv. Pad	0,129	0,111	0,113	0,150
Curtose	-0,294	-0,358	-0,221	-0,444
Assimetria	-0,503	-0,208	-0,450	-0,554
Máximo	1,270	1,069	0,929	1,264
Mínimo	0,709	0,572	0,429	0,657

A Figura 2 apresenta os resultados de RP comparados pelo teste de Tukey. Não ocorreram diferenças entre os tratamentos. A dose 4,05g/m² teve uma RP maior que a dose 2,70g/m² e bem próxima a 1,35g/m² e 0.

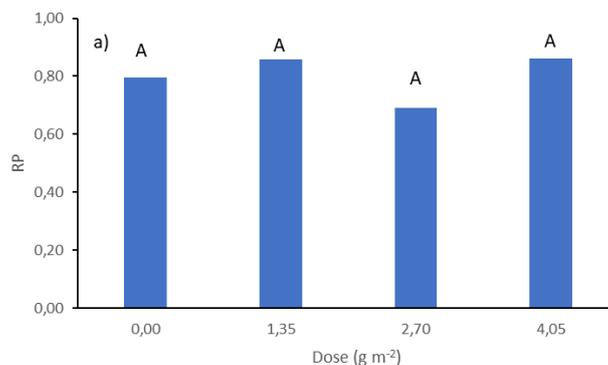


Figura 2. Correlação da RP por dose de polímero aplicado.

A Figura 3 indica os resultados de densidade do solo. A Ds em relação a dose de polímero não apresentou variação significativa, mas visualmente podemos associar o aumento da dose com a menor Ds.

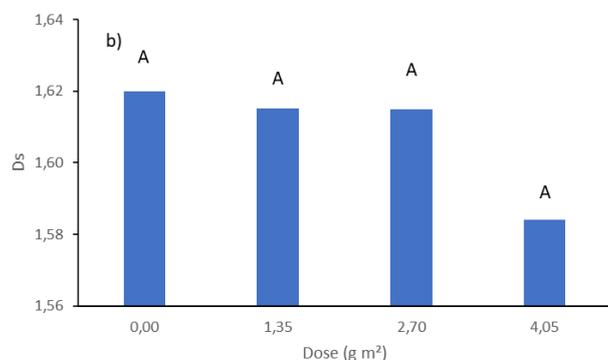


Figura 3. Correlação da Ds com a dose de polímero aplicado.

A Figura 4 compara o teor de água no solo. A quantidade de água na amostra no momento da análise e depois da secagem em estufa foram usadas para estimar a quantidade de água retida na amostra de acordo com a dosagem aplicada, e observamos que não houve variação significativa de acordo com Tukey ($p > 0,05$). Observa-se que as diferentes dosagens apresentaram variação de 0,02 da quantidade de água entre elas.

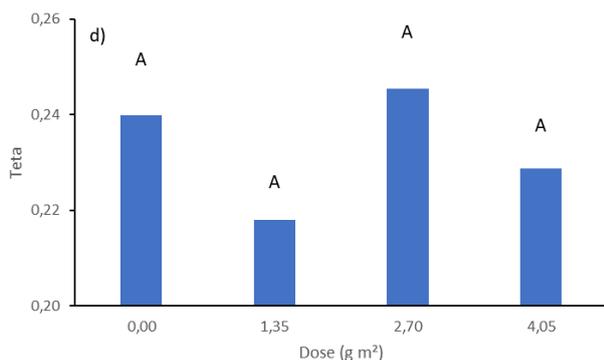


Figura 4. Quantidade de água na amostra

Para efeito de comparação vamos extrapolar o preço de fabricação para um valor de R\$2.500,00 contando que a pessoa ou micro empresa não possua o conhecimento necessário para a programação, ainda assim é um valor baixo se comparado com o penetrômetro comercial.

O custo de fabricação se mostrou bem abaixo do produto comercial que tem seu preço mais baixo em torno de R\$12.000,00 e o protótipo tem um custo de R\$2.500,00 já incluso a fabricação e programação. Por se tratar de um protótipo e as peças desenvolvidas artesanalmente, isso deixa o custo de produção com o valor elevado em relação a linha de produção, ainda assim ficamos com o valor bem abaixo do cobrado pelo penetrômetro comercial que está em torno de R\$10.000,00 a R\$12.000,00.

Considerações Finais

A fabricação do protótipo foi realizada como esperado e a funcionalidade se mostrou satisfatória, coletou e armazenou os dados de forma a não haver perda.

As doses do polímero aplicadas na área de experimento não apresentaram significância em Ds apenas visualmente e o teor de água não teve significância de acordo com Tukey $< 0,05$, já em RP teve uma leve variação mais sem relacionar com a dose de polímero aplicado pois a dose a dose 4,05g/m² teve uma RP maior que a dose 2,70g/m² e bem próxima a 1,35g/m² e 0.

Agradecimentos

Agradeço ao IFMS por financiar o projeto.

Referências

FIGUEIREDO, Getúlio Coutinho. Avanços metodológicos e instrumentais em física do solo. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERNANDES, D. A.; ARAUJO, Maicon Marinho Vieira; CAMILI, Elisangela Clarete. Crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. Revista de Agricultura, v. 90, n. 3, p. 229-236, 2015.

NAIME, J. de M. et al. Penetrômetro dinâmico automatizado: versão eletrônica. Embrapa Instrumentação-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2006.

MENDONÇA, Thaís Grandizoli et al. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. Water Resources and Irrigation Management-WRIM, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

OLIVEIRA, Geraldo C.; SEVERIANO, Eduardo C.; MELLO, Carlos R. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, p. 265-270, 2007.