

Desenvolvimento de sistema de baixo custo para avaliação da permeabilidade do solo ao ar

Renan Antunes Ferreira¹, Milena Campos Baliero², Wagner Henrique Moreira³, Wesley Tessaro Andrade⁴

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul

renanantunes14@gmail.com, milena.baliero@estudante.ifms.edu.br, wagner.moreira@ifms.edu.br,
wesley.andrade@ifms.edu.br

Resumo

A capacidade do solo de ser permeável ao ar é importante para desenvolvimento de raízes, ações metabólicas, absorção de nutrientes e, conseqüentemente, para a produção de alimentos. Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento do protótipo de permeabilidade do solo ao ar (K_a) de baixo custo e sua validação em área com experimento de polímeros hidroabsorventes. O protótipo desenvolvido utilizou componentes na plataforma Arduino visando baixo custo para seu desenvolvimento, e buscando a automatização de vários processos para facilitar seu uso e manuseio. A área de experimento foi cultivada com plantas de coberturas e realizada aplicação de polímeros com diferentes dosagens, sendo elas Dosagem 0 (testemunha); 2) Dosagem 0,5 (0,741g/m²); 3) Dosagem 1,0 (1,481g/m²); 4) Dosagem 1.5 (2,222g/m²). A K_a foi mensurada pelo protótipo desenvolvido. Os resultados mostram valores de média e mediana e valores máximo e mínimo próximos entre si sendo interessante pois demonstra uma tendência central, e valores de coeficientes de variação (CV) abaixo do encontrado em literatura. O protótipo mostrou uma resultados promissores em análises em laboratório em relação ao seu baixo custo de montagem em correlação aos comerciais vendidos no Brasil.

Palavras chaves: Polímeros, porosidade do solo, conservação do solo.

Introdução

A agricultura brasileira apresentou desenvolvimento e aumento de produtividade no último século, porém ainda há margem par crescimento (LOPES 2007). Aumento de produtividade relatados no passado não podem ser esperados novamente, principalmente por problemas climáticos (SAATH 2018). A inovação tecnológica é necessária para que o desenvolvimento agrícola continue e aumente

Os solos predominantes na região do vale do Ivinhema são arenosos com níveis baixos de fertilidade natural e retenção de água em sua estrutura (OLIVEIRA, 2000). As precipitações no Cerrado têm sua grande concentração na primavera-verão, onde há intensificação das atividades agrícolas ocorre (DALLACORT et al., 2011). A precipitação, quando apresenta variação temporal elevada, coloca as culturas em condições indesejadas como excesso ou déficit hídrico, sendo ambas as situações prejudiciais para a cultura e seu desenvolvimento (DALLACORT et al., 2005).

Segundo Dörner e Horn (2006), a K_a é um atributo físico responsivo em diferentes usos e manejos na estrutura do solo e representa a habilidade do sistema poroso de para ocorrer o fluxo de gases no solo.

O Arduino pode ser utilizado em diversos processos de otimizar e criar metodologias em diversas áreas de pesquisa (BANZI, 2011; MCROBERTS, 2011). A plataforma Arduino possui um microcontrolador que possibilita o desenvolvimento de inúmeras aplicações de controle, automação e interação, através de hardware e software fáceis de usar e compatível com vários sistemas operacionais (CUNHA, 2015)

Neste estudo, o objetivo foi criar um protótipo de baixo custo para mensurar de K_a com a plataforma de prototipação Arduino e testar o protótipo em experimento com diferentes doses de polímero para aumento da retenção de água do solo.

Metodologia

O protótipo foi desenvolvido utilizando sensores e a plataforma de prototipação Arduino. Foram necessários um sensor de pressão, suporte para acomodação da amostra que foi desenvolvido em um torneiro, para ter vedação e o ar passar somente através da amostra. Para câmara de ar pressurizado foi utilizada uma câmara de ar de motocicleta, manguerias de TECALON, válvula pneumática Solenoide Mola 2/2 Vias Nf R1/4, bicos de rodas de liga leve, rele 5v e todos os comandos foram controlados pela programação de um Arduino Uno.

Para obtenção da K_a , foi obtida a relação entre queda de pressão interna da câmara e o tempo. Assim, foi ajustada uma equação aos dados e o módulo de declividade (ou slope) da equação da reta definida entre as variáveis pressão e tempo em escala logarítmica. A K_a (μm^2) foi calculada usando a equação 1:

$$K_a = (\mu L V / A Pa) |S| \dots \dots \dots (1)$$

em que: μ é o coeficiente de viscosidade dinâmica do ar; V, volume do reservatório usado (m³); Pa, pressão atmosférica; L, comprimento da amostra (m); A, área da amostra (m²); e S sendo o modulo de declividade, à pressão (P) e tempo em escala log (t), conforme MOREIRA et al. (2012).

A Figura 1 mostra o protótipo desenvolvido em funcionamento. O código e demais informações não serão apresentados, por possibilidade de proteção intelectual.

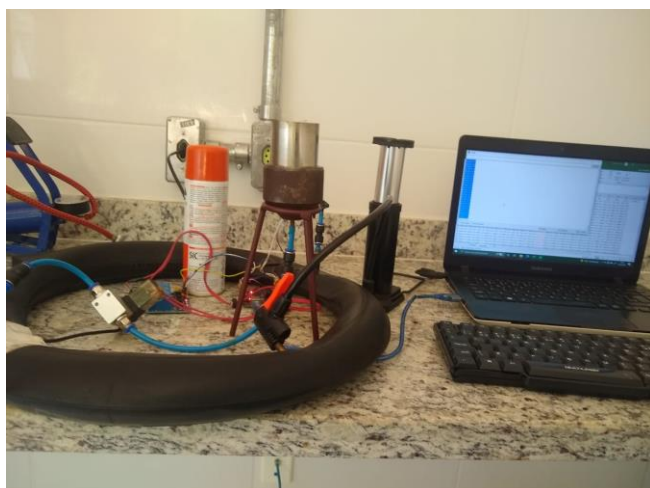


Figura 1. Protótipo em funcionamento de leitura da amostra de solo indeformada.

Fonte: Autor

Para o teste do protótipo, foram obtidas amostras indeformadas em experimento sendo conduzido na área localizada no município de Nova Andradina – MS, no campus do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, apresentando um relevo plano com declividade média de 3%. O experimento, em delineamento em blocos casualizados, com 8 repetições e 4 tratamentos (doses de polímero), sendo eles: 1) Dosagem 0 (testemunha); 2) Dosagem 0,5 (0,741g/m²); 3) Dosagem 1,0 ou comercial (1,481g/m²); 4) Dosagem 1.5 (2,222g/m²).

Os dados obtidos foram tabulados e a comparação de médias foi realizada com intervalo de confiança da média, conforme Payton *et al.* (2000) e $p < 0,05$.

A Tabela 1 apresenta o levantamento dos valores dos itens utilizados para a montagem do protótipo e o custo de cada unidade e metragem.

Tabela 1. Valores em reais (R\$) nos anos de 2021/2022 de itens utilizados para montagem do protótipo de monitoramento a permeabilidade do solo ao ar.

Item	Quantidade	Valor
Arduino	1 unid	R\$ 132,00
Câmara de ar	1 unid	R\$ 50,00
Solenóide	1 unid	R\$ 70,00
Sensor de pressão	1 unid	R\$ 290,00
Suporte de cilindro	1 unid	R\$ 200,00
Base do suporte	1 unid	R\$ 40,00
Mangueira Tecalon	3 metros	R\$ 20,00
Módulo Relé	1 unid	R\$ 18,00
Valor Total		R\$ 820,00

Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta valores de K_a de dados coletados na área do experimento em diferentes tratamentos de polímeros. Os resultados de média de mediana foram valores próximos entre si, sendo valores de 1,15, 1,38, 1,32, 1,23 de média nos tratamentos 0, 0,5, 1, 1,5 respectivamente, com valores da Mediana de 0,99, 1,28, 1,21, 1,28 sendo um resultado interessante, devido a existência uma tendência central nas amostras de dosagens de polímero em relação a valores de K_a em todos os tratamentos.

Segundo Bavoso (2012) os valores de K_a encontrados nas condições de experimento que foi efetuado em suas análises, foram elevados, entretanto essa diferença pode ser justificada devido a manejos na área diferente ao longo dos anos em comparação com manejo deste presente projeto, tendo em vista que a K_a é utilizada para avaliar alterações de estrutura em devido a diferentes sistemas de manejos (RODRIGUES, 2009). Segundo Horn *et al.* (1995) a redução da porosidade promove decréscimos da K_a onde valores menores serão encontrados, neste caso o polímero está preenchendo os poros quando turgido, aumentando a umidade do solo e reduzindo a K_a . Conforme Silva (2009), a permeabilidade do solo ao ar é inversamente proporcional ao teor de água do solo, portanto, quanto menor a proporção de poros ao ar, menor a K_a , tendo em vista que os poros estão sendo preenchidos por polímeros e assim reduzindo os valores de K_a .

A amplitude, indicada pela diferença entre máximo e mínimo entre os tratamentos de polímeros com valores próximos, nos indica que a diferença entre os mesmos não é significativamente afetada pelas dosagens, valores encontrados por Bavoso (2012) de máximo de 75,60 k_a de permeabilidade do solo ao ar em Latossolo Vermelho distróficos, e o valor encontrado de variação de k_a próximo a casas de 2,01 a 2,16, e valores mínimos encontrados por BAVOSO (2012) é condizente com tratamento de 0,5 com valor de 0,74 ter sido encontrado por ambos.

O coeficiente de variação (CV) encontrado com valores abaixo dos trabalhos de Bavoso (2012) e Agne (2014) pode ser justificado devido a variabilidade dos valores serem menores, mostrando que diferentes doses do polímero não apresentaram desvio padrão (DV) distantes da média dos valores de K_a .

Tabela 2. Valores de análise de permeabilidade do solo ao ar em diferentes doses de polímeros em área experimental. Tratamento (Trat), Desvio Padrão (DV), máximo (Máx), mínimo (Min), média (Med) e Coeficiente de variação (CV).

Trat	Média	DV	Máx	Mín	Med	CV (%)
0	1,15	0,62	2,10	0,32	0,99	53,67
0,5	1,38	0,46	2,03	0,74	1,28	33,16
1	1,32	0,64	2,16	0,29	1,21	48,66
1,5	1,23	0,55	2,01	0,35	1,28	44,71

Em relação a K_a (Figura 3) os valores não apresentaram diferença entre os e suas repetições conforme o intervalo de confiança da média (PAYTON et al., 2000). Segundo Rocha (2017), cita-se que a redução da densidade do solo à medida que se elevam as doses pode ocorrer pela expansão do copolímero nos poros do solo conforme ocorre esse acréscimo de dosagem. Embora seja não significativa essa mudança nos atributos físicos do solo como porosidade total, micro e macro poros, densidade do solo e retenção de umidade em tensões de 10 a 1.500 kPa segundo Fernandes (2016).

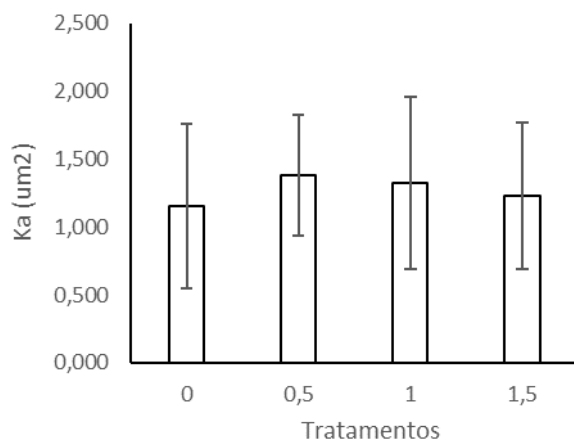


Figura 3. Variação de valores de permeabilidade do solo ao ar (K_a) entre tratamentos de Dosagem 0 (testemunha), Dosagem 0,5 (0,741g/m²), Dosagem 1,0 (1,481g/m²), Dosagem 1.5 (2,222g/m²).

Considerações Finais

O protótipo demonstrou uma excelente desenvoltura para análises em laboratório, contudo, o aprimoramento para maior eficiência e praticidade deve ser feito em projetos subsequentes para maiores resultados.

A K_a nas diferentes doses de polímero não apresentou variação significativa, entretanto, a validação dos dados é necessária através de comparações com equipamento

comercial e efetuando testes de diversas variáveis para correlação.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Instituto Federal de Mato grosso do Sul pelo custeamento da bolsa para desenvolvimento do protótipo e aos diversos professores que me deram a oportunidade de aprender desde a pesquisa, educação, formação intelectual e desenvolvimento pessoal que ambos são o caminho para a realização pessoal e profissional. O caminho para o sucesso é nos dado pelos professores, depende de nós querer segui-lo ou não.

Referências

AGNE, S.A.A.; KLEIN, W.A. Matéria orgânica e atributos físicos de um Latossolo Vermelho após aplicações de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.720-726, 2014. Available from: . Accessed: Mar. 25, 2015. doi: 10.1590/S1415-43662014000700008.

BAVOSO, M.A.; SILVA, A.P.; FIGUEIREDO, G.C.; TORMENA, C.A.; GIAROLA, N.F.B. Resiliência física de dois Latossolos vermelhos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.6, p.1892-1904, 2012.

DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L.; RESENDE, R.; FARIA, R. T.; GONÇALVES, A. C. A. Utilização do modelo CROPGRO-drybean, na determinação das melhores épocas de semeadura da cultura do feijão, para a região de Maringá-PR. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 353-359, 2005.

DA CUNHA, Kianne Crystie Bezerra; DA ROCHA, Rodrigo Vilela. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2015.

DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011. DA ROCHA, H. S. et al. PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DE UM SOLO COM DIFERENTES DOSES DE POLÍMERO HIDROABSORVENTE.

DÖRNER, José; HORN, Rainer. Anisotropy of pore functions in structured Stagnic Luvisols in the Weichselian moraine region in N Germany. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 169, n. 2, p. 213-220, 2006.

FERNANDES, Ana Carolina Oliveira. Hidrogel e retenção de água em dois solos cultivados com feijão-caupi e

girassol. **Repositório Institucional UFC**, Fortaleza, 29 ago. 2016. PPCS - Dissertações defendidas na UFC, p. 21-42. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/23999>. Acesso em: 24 set. 2022.

HORN, R.; DOMZAL, H.; SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A. & van OUWERKERK, C. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. **Soil Tillage Res.**, 35:23-36, 1995..

LOPES, A.S. & GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.1-64.

MOREIRA, W. H.; BETIOLI JUNIOR, E.; PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; ALVES, S. J.; COSTA, M. A. T.; FRANCO, H. H. S. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 389-400, 2012.

OLIVEIRA, H. de O.; URCHEI, M. A.; FIETZ, C. R. Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do Rio Ivinhema. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 54 p. (Documentos, 25)

Payton ME, Miller AE, Raun WR. 2000. Testing statistical hypotheses using standard error bars and confidence intervals. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. 31: 547-552.

SAATH, Kleverton Clovis de Oliveira; FACHINELLO, Arlei Luiz. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, p. 195-212, 2018.

SILVA, A.P.; LEÃO, T.P.; TORMENA, C.A. & GONÇALVES, A.C.A. Determinação da permeabilidade ao ar em amostras indeformadas de solo pelo método da pressão decrescente. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:1535-1545, 2009.