



Diagnóstico da Qualidade (Química, Físico- Hídrica e Microbiológica) de Solos Mato-Grossense e sua Relação com a Produtividade nas Lavouras de Soja e Milho

Diagnóstico da Qualidade (Química, Físico- Hídrica e Microbiológica) de Solos Mato-Grossense e sua Relação com a Produtividade nas Lavouras de Soja e Milho

Maria Amália Batista Sebba

VIC Agronomia – UFMT.

João Lucas da Cunha Pereira

Willian Rodrigues Soares

Luiz Otávio Rocha de Moraes

Leonardo Alves Corrêa

Bruno Vitor Carboni da Cruz

Resumo: A condutividade hidráulica é uma das propriedades físicas do solo mais importantes na determinação quantitativa e qualitativa do movimento de água no solo. Ela é uma propriedade que expressa qual o nível de facilidade com que a água nele se movimenta, além de ser importante para o manejo do solo, para a produção das culturas e para a preservação do solo e do ambiente. Além disso, a condutividade, também, dependente dos demais atributos do solo, principalmente da densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, macro e microporosidade. Essa pesquisa teve como objetivo analisar os solos de diferentes municípios da região Sudeste de Mato Grosso, com o intuito de determinar a condutividade hidráulica saturada em solos com cultivo de soja e milho. Foram determinados a partir do ensaio da Análise da condutividade Hidráulica Saturada do Solo, que é obtida por meio da aplicação da equação de Darcy após 7 ou 8 horas, ou quando os valores forem constantes, e, com isso, utilizando-se do Método do Permeâmetro de Carga Constante que é a relação entre a carga e a velocidade com que a água se movimenta através do solo, que ocorre em um ensaio de laboratório com amostras indeformadas. Percebe-se que a K_o é muito variável e depende das condições de agregação e de proporção das partículas de areia presente no solo, pois foi observado valores razoáveis de K_o tanto para solo com maiores teores de argila como maiores teores de areia. A correlação entre produtividade e K_o apesar de positiva foi muito baixa, mostrando pouca influência deste atributo na produtividade da soja.

Palavras-chave: solos; laboratório; amostras; soja.

Abstract: Hydraulic conductivity is one of the most important physical properties of soil in determining both the quantitative and qualitative movement of water within it. It expresses the degree of ease with which water moves through the soil and is essential for soil management, crop production, and the preservation of soil and the environment. In addition, hydraulic conductivity also depends on other soil attributes, especially bulk density, particle density, total porosity, and macro- and microporosity. This study aimed to analyze soils from different

municipalities in the southeastern region of Mato Grosso in order to determine saturated hydraulic conductivity in soils cultivated with soybean and corn. Measurements were obtained through the Saturated Soil Hydraulic Conductivity Test, using Darcy's equation after 7 or 8 hours, or when values became constant, by applying the Constant Head Permeameter Method. This method establishes the relationship between hydraulic head and the velocity of water flow through the soil and is performed in laboratory tests using undisturbed samples. Results indicate that K_o is highly variable and depends on aggregation conditions and the proportion of sand particles in the soil, as reasonable K_o values were observed in both clay-rich and sand-rich soils. The correlation between productivity and K_o , although positive, was very low, indicating little influence of this attribute on soybean productivity.

Keywords: soils; laboratory; samples; soybean.

INTRODUÇÃO

O Mato Grosso é um dos maiores produtores de soja e milho do Brasil, e com uma safra atual correspondendo à 27,1% do total da safra nacional de grãos em 2020 (CONAB, 2021). Há, contudo, um contexto histórico que resultou na atual produção estadual, fundamentado especialmente no incremento da produtividade, em função da, cada vez maior, intensificação da tecnologia empregada na produção.

E com esse avanço foi visto um estudo essencial para entender a estrutura do solo e suas propriedades. E então, foi feito a Condutividade hidráulica que é uma das propriedades físicas do solo mais importantes na determinação quantitativa e qualitativa do movimento de água no solo e no dimensionamento de sistemas de drenagem, pois, é uma propriedade que expressa a facilidade com que a água nele se movimenta, é importante para o manejo do solo, para a produção das culturas e para a preservação do solo e do ambiente. Ela é um parâmetro que representa a facilidade com que o solo transmite água.

O valor máximo de condutividade hidráulica é atingido quando o solo se encontra saturado, e é denominado de condutividade hidráulica saturada (Reichardt, 1990). A diferença mais importante entre o escoamento em meio saturado e não saturado está na condutividade hidráulica. Quando o solo se encontra saturado, todos os poros estão preenchidos e conduzindo água, sendo sua condutividade máxima nessa condição.

A sua determinação pode ser feita utilizando-se métodos de laboratório e campo (Klein, 2014), o primeiro, com maior controle das condições experimentais e, o segundo, com menor grau de perturbação no solo. Com isso, foi feita a determinação através da geometria e continuidade dos poros preenchidos por água, tornando-se também, dependente, portanto, da forma, arranjo, quantidade e continuidade dos poros no solo, tendo uma relação direta com a capacidade de transporte de solutos e substâncias químicas.

De acordo com Mello e Silva (2013), diversos fatores exercem influência sobre a condutividade hidráulica saturada do solo, entre eles pode-se destacar: o relevo, atributos físicos do solo (textura, estrutura, matéria orgânica, entre outros), cobertura vegetal e manejo do solo. Esses fatores combinados fazem com que haja uma

grande variabilidade de K_o , mesmo em pontos muito próximos geograficamente, o que dificulta ainda mais sua análise (Martínez, 2016).

Visto que solos são materiais heterogêneos que podem exibir uma substancial variação em poucos metros e os parâmetros para todos os projetos geotécnicos precisam ter origem em um exercício de investigação local que inclui testes de campo, coleta de amostras de solo em várias localidades e profundidades, e a condução de ensaios de laboratório com essas amostras.

Ressalta-se a influência destes atributos na K_{sat} e nos processos de movimento de água e solutos nos solos. Uma caracterização estatística prévia das variáveis revela que podem possuir distribuições de frequências distintas das de K_{sat} , o que implicará em variabilidades e necessidade de número de amostras diferenciado para obter conclusões com o mesmo grau de confiabilidade. Logo, deve-se avaliar o risco na estimativa de medidas dependentes de K_{sat} e valores a serem adotados para as propriedades do solo antes de serem utilizados em operações de práticas agrícolas.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a condutividade hidráulica saturada dos solos da região sudeste de Mato Grosso com produção de soja e milho, e sua relação com os demais atributos do solo.

REVISÃO DA LITERATURA

O estudo das propriedades hídricas de um solo é de grande importância, pois afetam grandemente o seu uso. O solo e a água são dois recursos fundamentais da agricultura. A necessidade de explorá-los e manejá-los eficientemente torna-se uma das mais importantes tarefas do nosso tempo, sendo necessário aprofundar os conhecimentos relativos às propriedades e ao comportamento do binômio solo-água, devido a sua relação direta com o desenvolvimento das culturas

O movimento da água no solo, para posterior absorção pelas plantas, é, em geral, não-saturado. Isto faz com que os processos de escoamento sejam mais complicados e de difícil descrição quantitativa, uma vez que eles muitas vezes acarretam mudanças no estado e no teor de água do solo durante o escoamento. Em estudos de dinâmica da água em meios porosos, a primeira equação de fluxo foi introduzida por Darcy (1856), o qual trabalhou com colunas de areia saturada de água. Esta equação, conhecida como equação de Darcy, estabelece que a quantidade de água que passa por unidade de tempo e de área através de um meio poroso é proporcional ao gradiente hidráulico.

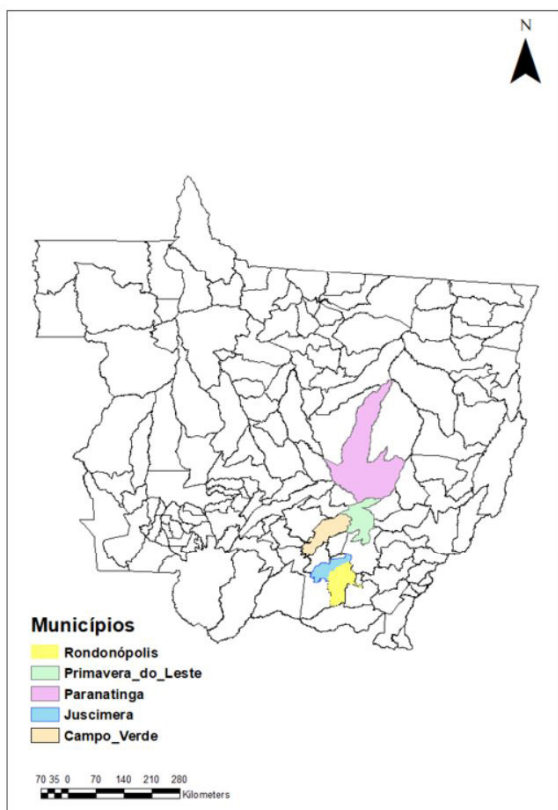
As propriedades hidráulicas do solo (K_s e VIB) variam no tempo e no espaço (Bagarello; Sgroi, 2007; Pachepsky *et al.*, 2008; Vieira *et al.*, 2014). Então, nos métodos diretos, a condutividade hidráulica pode ser determinada em condições de laboratório e campo. Klute e Dirksen (1986), salientam como os métodos de laboratório mais utilizados, como os permeâmetros de carga constante e carga decrescente, fornecem resultados aproximados sendo recomendados quando os de campo são impraticáveis.

A condutividade hidráulica envolve o conhecimento da permeabilidade intrínseca, relacionada ao volume total e distribuição do tamanho de poros, além da tortuosidade, e das características do fluido como densidade e viscosidade (Cintra 1997).

METODOLOGIA

Foram utilizadas amostras coletadas na safra 2020/21, em 16 locais com produção de grãos da região sudeste do estado de Mato Grosso (figura 1), a qual foram determinadas de maneira a contemplar as principais classes de solos que predominam na região sudeste do estado.

Figura 1 - Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras de solo.



Fonte: autoria própria.

Com isso em cada área foram coletados três 3 pontos de amostragem, nos quais foram abertas três minitrinceiras para coletas de amostras indeformadas e semideformadas nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm para determinação dos atributos físico-hídricos do solo. Sendo estas amostras utilizadas para análise no Laboratório de Física do Solo da FAAZ/UFMT.

O ensaio para determinação da condutividade hidráulica do solo seguiu a metodologia descrita de acordo com o proposto por Teixeira *et al.*, (2017). A condutividade hidráulica saturada do solo é uma propriedade físico-hídrica, fundamental no dimensionamento de sistemas de irrigação e na orientação de práticas no manejo do solo e de recursos hídricos.

Então, a porosidade total, macro e microporosidade, as quais influenciam a distribuição dos poros e, por consequência, a permeabilidade dos solos foram determinadas com base no manual dos métodos de análise do solo (EMBRAPA, 2017).

Logo, para esse ensaio, foram usadas três amostras preservadas de solo para cada profundidade, totalizando 12 amostras por área, que estiveram submetidas ao ensaio em permeâmetro de carga constante, na qual permaneceram, em média, 8 horas e ao longo do ensaio foram medidos o volume percolado de água, no intervalo médio de 40 min, que ficou observando e anotando o momento do início da percolação de cada cilindro, até o momento em que o coeficiente de variação das três últimas medições fosse menor que 20%.

Essas medidas quantitativas da condutividade hidráulica foram obtidas por meio da aplicação do modelo matemático proposto por Darcy (1856).

Posteriormente foram feitas análise da relação entre condutividade hidráulica saturada com produtividade de soja.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os resultados da análise da condutividade hidráulica saturada.

Tabela 1 - Valores médios da condutividade hidráulica saturada na profundidade de 0 a 20 cm e a média da produtividade nos locais.

ID	Município	Fazenda (Local)	Característica	Ko (mm/h)	Produtividade (kg/ha)
73	Campo Verde	Pirassununga	Baixa	61,52	3060,89
83	Campo Verde	Pirassununga	Baixa	10,38	2883,8
192	Primavera do Leste	Santa Rita	Alta	637,74	3381,74
198	Primavera do Leste	Santa Rita	Alta	52,83	3658,96
201	Primavera do Leste	Santa Rita	Alta	11,17	4232,8
203	Primavera do Leste	Santa Rita	Alta	11,06	3462,81
209	Primavera do Leste	Santa Rita	Baixa	269,77	3717,63
210	Primavera do Leste	Santa Rita	Baixa	16,59	3249,61
214	Primavera do Leste	Santa Rita	Baixa	52,49	2721,7
215	Primavera do Leste	Santa Rita	Baixa	109,49	3692,98
216	Paranatinga	Alto Alegre	Baixa	355,55	3750

ID	Município	Fazenda (Local)	Característica	Ko (mm/h)	Produtividade (kg/ha)
217	Paranatinga	Alto Alegre	Baixa	293,47	3625
219	Paranatinga	Alto Alegre	Baixa	117,95	3730
220	Paranatinga	Alto Alegre	Baixa	12,08	3780
221	Paranatinga	Alto Alegre	Baixa	6,55	3661,78
225	Paranatinga	Alto Alegre	Baixa	150,12	3597,28
235	Paranatinga	Alto Alegre	Alta	6,1	4403,15
238	Paranatinga	Alto Alegre	Alta	7,68	4473,29
259	Campo Verde	Pirassununga	Alta	321,69	4459,33
265	Juscimeira	Ayamoré	Baixa	24,49	2565,29
266	Juscimeira	Ayamoré	Baixa	40,07	2966,87
269	Juscimeira	Ayamoré	Baixa	82,4	2905,98
270	Juscimeira	Ayamoré	Baixa	34,43	2917,32
273	Juscimeira	Ayamoré	Baixa	69,42	2905,98
2017	Poconé	Lagoa Dourada	Media	3,39	3250,34
2019	Poconé	Lagoa Dourada	Media	8,58	3504,61
2022	Poconé	Lagoa Dourada	Media	0,64	3578,89
2024	Poconé	Lagoa Dourada	Media	3,84	3491,16
2025	Poconé	Lagoa Dourada	Alta	29,91	4267,8
2026	Poconé	Lagoa Dourada	Alta	0,61	4503,89
2031	Poconé	Lagoa Dourada	Alta	38,94	5051,09
2034	Poconé	Lagoa Dourada	Alta	14,67	4702,14

Fonte: autoria própria.

Na Tabela 1 também são mostrados os valores médios de produtividade de cada local. A condutividade hidráulica saturada em cada seção do perfil estudado foi obtida a partir da média aritmética entre repetições e profundidades estudadas.

Observando os resultados obtidos de cada local observa-se ampla variação dos valores de Ko, sendo que isso se deve a própria característica destes atributos e solo, de apresentar grande variabilidade.

Obteve-se, pôr do meio cálculo da Correlação de Pearson entre os valores de produtividade e de Ko, correlação de positiva de 0,004088. Ou seja, valor muito baixo, sugerindo pouca influência da Ko na produtividade. Porém, apesar da pouca influência devido ao valor da correlação muito baixo, sugere uma relação entre o Ko e a produtividade diretamente proporcionais, quanto maior for a média de Ko maiores foram a média de produção de soja de cada região.

Outro fator que pode explicar um maior valor de Ko é a forma de utilização da área, promovendo a agregação do solo. Visto que o Ko seja mais sensível a mudanças nas propriedades físicas do solo, que podem influenciar na produtividade.

Foi visto que cada solo tem uma característica específica que influenciou na sua condutividade, a exemplo disso temos a fazenda do município de Poconé, com característica média, teve uma condutividade menor em relação ao solo de característica alta que é um solo mais argiloso. Outro exemplo é a fazenda do município de Campo Verde característica alta que por ter menos porcentagem de areia em sua composição acabou por ter uma condutividade maior. Estes comportamentos refletem a capacidade de agregação do solo devido ao maior teor de argila no solo promovendo maiores quantidades de espaços porosos maiores que possibilitem a movimentação de água em solos com maior teor de argila.

Por outro lado, percebe-se que alguns, na Primavera do Leste e Paranatinga, ocorreu que tiveram valores de K_o maiores para solos de característica baixa, devendo nestes casos a maior porosidade de aeração e movimentação de água nestes solos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que a K_o é muito variável e depende das condições de agregação e de proporção das partículas de areia presente no solo, pois foi observado valores razoáveis de K_o tanto para solo com maiores teores de argila como maiores teores de areia.

A correlação entre produtividade e K_o apesar de positiva foi muito baixa, mostrando pouca influência deste atributo na produtividade da soja.

Uma das maiores dificuldades foi em consequência do período difícil que passamos com a pandemia, e em vista disso surgiram dificuldades na execução do trabalho, como pelo fechamento das atividades presenciais, como medida de segurança, a falta de estagiários no laboratório, ou até quando ocorria de faltar luz ou água no laboratório da universidade. Porém, a pesquisa foi entregue a tempo, pois, se normalizou e assim as atividades presenciais puderam retornar para a finalização do trabalho.

REFERÊNCIAS

BAGARELLO, V.; SGROI, A. **Using the simplified falling head technique to detect temporal changes in field-saturated hydraulic conductivity at the surface of a sandy loam soil.** Soil and Tillage Research, v. 94, n. 2, p. 283-294, 2007.

CINTRA, F. L. D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro.** Piracicaba, 1997. 90p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: quarto levantamento, janeiro 2021 – safra 2020/2021.** Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2021.

DARCY, H. **Les Fontaines publiques de la ville de Dijon**. Victor Dalmont, Paris. 1856.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 574p.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Passo Fundo: UPF Editora, 2014. 263 ISBN 978- 85-7515-832-6.

KLUTE, A.; DIRKSEN, A. **Hydraulic conductivity**. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*, ASA and SSSA, Madison, 678-734. 1986.

MARTÍNEZ, C. M. **Projeto e Construção de um Permeâmetro de Parede Flexível e Carga Constante**. 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Hidrologia do Solo. Lavras: UFLA, Editora UFLA, 2013. cap. 6 p. 291-342.

PACHEPSKY, Y.; GIMENEZ, D.; LILLY, A.; NEMES, A. **Promises of hydropedology**. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition na Natural Resources*, v. 3, n. 40, 2008.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA G. K.; WENCESLAU, A. F.; TEIXEIRA, G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 573 p. 2017.

VIEIRA, S. R.; TOPP, G. C. REYNOLDS, W. D. **Spatial Relationships Between Soil Water Content and Hydraulic Conductivity in a Highly Structured Clay Soils**. In: TEIXEIRA, W. G.; CEDDIA, M. B.; OTTONI, M. V.; DONAGEMMA, G. K. (ed.). *Application of Soil Physics in Environmental Analyses: Measuring, Modelling and Data Integration*. Heidelberg: Springer International Publishing, 2014. p. 75-90.