



O USO DO ANALISADOR GRANULOMÉTRICO DE RAIOS GAMA E MODELO DE ARYA E PARIS PARA OBTENÇÃO DA ÁGUA DISPONÍVEL EM SOLOS SOB PLANTIO DE ALGODÃO NO MATO GROSSO

A.L. Andrade¹, E.F. Teixeira¹, R. Galbieri², J.F.V. Silva³, S. Crestana¹, C.M.P. Vaz¹

(1) Embrapa Instrumentação, Rua Quinze de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP, anesia.lima21@hotmail.com, ericfteixeira@yahoo.com.br, silvio.crestana@embrapa.br, carlos.vaz@embrapa.br

(2) Instituto Mato-grossense do Algodão, BR 070, Km 266, 78.850-000, Primavera do Leste, MT, rafaelgalbieri@imamt.com.br

(3) Embrapa Agrossilvipastoril, Avenida das Jacarandás, 2639, 78.550-003, Sinop, MT, joao.veloso@embrapa.br

Resumo: A capacidade de água disponível (AD) dos solos é determinada pelo armazenamento da água entre a condição de capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. Esses parâmetros são importantes em projetos de dimensionamento da irrigação, mas também como indicadores da qualidade física dos solos em trabalhos de manejo agrícola e agricultura de precisão, dentre outros. Uma vez que a determinação da AD do solo é uma medida demorada e trabalhosa, tem-se buscado funções de pedotransferência como alternativas para a estimativa da AD em grandes conjuntos de dados. Dessa forma, neste trabalho são realizadas medidas da granulometria detalhada com um analisador automático e da porosidade em amostras indeformadas e utilizado o modelo de similaridade de Arya e Paris para a estimativa da curva de retenção da água no solo e posterior determinação da AD. Foram analisadas 1162 amostras coletadas em áreas sob plantio de algodão no Estado do Mato Grosso e os resultados obtidos indicaram forte dependência linear e positiva entre os teores de silte e AD, sendo que argila e areia influenciaram AD, mas de forma não linear. Conclui-se que o modelo de similaridade de Arya e Paris aliado a um equipamento automático para a determinação da granulometria dos solos permite a estimativa de propriedades hídricas do solo, com grande potencial de aplicação em estudos de agricultura de precisão e manejo dos solos.

Palavras-chave: funções de pedotransferência, modelo de Arya e Paris, granulometria do solo

THE USE OF A GAMMA RAY GRANULOMETRIC ANALYZER AND THE ARYA AND PARIS MODEL TO OBTAIN SOIL WATER HOLDING CAPACITY OF SOILS UNDER COTTON PLANTION IN MATO GROSSO STATE

Abstract: The soil water holding capacity (SWC) is determined by the water holding in soils from field capacity to wilting point. These parameters are important in irrigation projects, but also for soil quality and site-specific evaluation in precision agriculture studies, among others. Since SWC measurements are labor intensive and time consuming, pedotransfer functions (PTF) have been used as alternative to estimate SWC for large amount of data. Therefore, this work utilizes an automatic soil particle size analyzer and the Arya and Paris model to indirectly estimates the SWC. A dataset of 1162 soil samples collected from soils under cotton plantations in Mato Grosso State was used in this study. Results showed a strong and positive linear correlation between the soil water holding capacity and the granulometric fraction of silt. Clay and sand also correlated with SWC, but in a non-linear behavior. In conclusion, the use of Arya and Paris model with detailed PSD measured with an automatic PSD analyzer allows estimating of soil hydraulic properties with great potential to be applied in studies of precision agriculture and soil management.

Keywords: pedotransfer functions, Arya and Paris model, soil granulometry

1. Introdução

As condições físicas do solo têm efeitos diretos e indiretos na produtividade. Solos bem agregados, com um manejo adequado, são capazes de manter um bom balanço de ar e água e a capacidade de um solo em armazenar água para o desenvolvimento das plantas está diretamente relacionada a vários atributos físicos dos solos, entre eles a curva de retenção (CR) da água no solo.

A CR da água no solo expressa a relação entre a umidade do solo e o potencial mátrico, sendo que esse parâmetro tem uma importância fundamental para a agricultura, pois apresenta diversas aplicações práticas, técnicas e científicas, tais como a determinação da disponibilidade total de água no solo.

O analisador granulométrico tem como principal característica o fornecimento da distribuição detalhada do tamanho das partículas (DTP) que constituem o solo. O equipamento apresenta como principais vantagens a

menor manipulação das amostras, a obtenção da curva completa da DTP e a não dependência da habilidade do operador, já que o processo de análise é automatizado (VAZ et al., 1999). Além disso, considera a real densidade das partículas de cada amostra analisada, o que se reflete em cálculos mais precisos dos tempos de sedimentação pela lei de Stokes (VAZ et al., 1999) e da granulometria. Com isso reduz-se as limitações dos métodos tradicionais de determinação das frações granulométricas de argila, silte e areia dos solos, proporcionando também alternativas de modelagem para a estimativa de outros parâmetros do solo, como a curva de retenção de água e o índice S de qualidade física, por meio de funções de pedotransferência, FTP. As FPT são, em geral, funções matemáticas empíricas que utilizam dados facilmente mensuráveis e disponíveis em levantamentos de solos para estimar outros parâmetros de difícil obtenção como é a CR ou a condutividade hidráulica do solo.

O modelo de Arya e Paris (AP) é considerado uma FTP de base física, que utiliza a similaridade entre as funções que descrevem a DTP e a CR da água no solo para obter essa última função indiretamente. No modelo AP o potencial mátrico da água é obtido pela equação da ascensão capilar (dados da granulometria que gera uma distribuição de poros) e a umidade volumétrica relativa a cada potencial mátrico é obtida pela contribuição das diversas frações granulométricas no grau de saturação e pelo volume de vazios (determinado pela densidade global e densidade das partículas). Maiores detalhes do modelo AP podem ser obtidos em Vaz et al. (2005).

O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de água disponível de amostras de solos do Estado do Mato Grosso, utilizando o analisador automático de raios gama e o modelo de AP para compor um banco de dados de parâmetros físico-hídricos e que poderão ser utilizados posteriormente em trabalhos de manejo agrícola e zoneamento agroecológico. Pretende-se gerar também, no futuro, valores de referência de AD para as classes texturais mais frequentes dos solos do Estado do MT.

2. Materiais e Métodos

A coleta das amostras foi realizada nos sete núcleos de produção de algodão no Estado de Mato Grosso (1-Centro Leste, 2-Sul, 3-Centro, 4-Centro Norte, 5-Norte, 6-Médio Norte e 7-Noroeste) nos períodos chuvosos de 2012 e 2013, num total de 1162 talhões, de 263 fazendas produtoras de algodão (GALBIERI et al., 2014). Os parâmetros físicos densidade do solo (D_s) e das partículas do solo (D_p), a porosidade total (P_T), a argila, site e areia foram determinados na camada 10-20 cm de profundidade.

Para a análise da DTP e das frações granulométricas de areia, silte e argila dos solos, foi utilizado o analisador granulométrico automático de raios gama (VAZ et al., 1999) baseado na atenuação de um feixe de raios gama pelas partículas dispersas em sedimentação. As amostras foram secas em estufa a temperatura de 105°C por 24 horas. Amostras de 40g de solo foram dispersas com 10 ml de NaOH 1 mol L⁻¹ em um agitador de Wagner por 16 horas. Após a dispersão as amostras foram acondicionadas em cubetas retangulares de acrílico ou policarbonato e introduzidas na plataforma do equipamento para a análise. Cada conjunto de 10 amostras levou cerca de 3 horas para ser analisado. Os resultados foram armazenados em arquivos de texto para posterior elaboração dos gráficos da DTP e cálculo das frações de argila, silte e areia.

A densidade global do solo (D_g , gcm⁻³) foi obtida pelo método do anel volumétrico (anéis de aço de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura), com solo indeformado coletado na profundidade de 15 cm. A densidade das partículas (D_p , gcm⁻³) foi determinada indiretamente pela medida do coeficiente de atenuação em massa dos solos, conforme descrito em Vaz et al. (1999) e a porosidade total (P_T , cm³cm⁻³) pela expressão: $P_T = 1 - D_g / D_s$.

A CR do solo foi estimada através da aplicação do modelo de Arya e Paris, cuja descrição detalhada dos princípios básicos e da metodologia de aplicação podem ser encontrados em Vaz et al. (2005). Uma vez determinada a CR, obtêm-se os teores de água disponível pela diferença das umidades do solo (θ , cm³cm⁻³) na capacidade de campo (potencial mátrico $\psi = -8$ kPa) e no ponto de murcha permanente ($\psi = -1500$ kPa).

3. Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta exemplos da DTP e CR de três solos com texturas bastante diferenciadas (um arenoso, um argiloso e um com quantidade significativa de silte) obtidos com o analisador granulométrico automático e o modelo AP. Observa-se a similaridade na forma das curvas DTP (Fig. 1A) e CR (Fig. 1B) para os diferentes tipos de solo. Os valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos medidos e estimados para cada área de produção (1 a 7) do Estado do MT são apresentados na Tabela 1. Verificam-se diferenças significativas na textura desses solos entre as várias áreas amostradas, sendo que as com maiores teores médios de argila foram as áreas 7 e 4 e as com menores teores de argila as áreas 1 e 3.

Os valores de água disponível (AD) determinados para as 1162 amostras de solo são apresentados na Figura 2 em função dos teores de areia, silte e argila dos solos e os valores médios e desvio padrão da AD obtidos para cada área são apresentados na Tabela 1. De um modo geral, os valores médios de AD obtidos são baixos e isso pode ser devido ao fato de serem valores estimados por modelagem. Isso deve ser posteriormente melhor explorado e comparado com dados medidos disponíveis na literatura, para um melhor entendimento do efeito da modelagem nos valores absolutos de AD, inclusive com possível sugestão de mudança do valor do potencial mátrico utilizado para a capacidade de campo (-8 kPa). Entretanto, para uma avaliação comparativa esses dados são bastante úteis. Por exemplo, verifica-se que as áreas 3, 4, 5 e 6 apresentaram os menores valores médios de AD e as áreas 1, 2 e 7 os maiores valores de AD. Na Figura 2, observa-se que há uma correlação linear positiva significativa entre a AD e os teores de silte, o que pode ser observado também pelos valores médios apresentados na Tabela 1. Os teores de areia e argila também influenciam a AD, mas de uma forma mais complexa e não-linear. Apesar dos

solos brasileiros apresentarem baixos teores de silte, essa fração mostrou grande influência na AD e deve, portanto, melhor estudada e considerada, por exemplo, em estudos de agricultura de precisão.

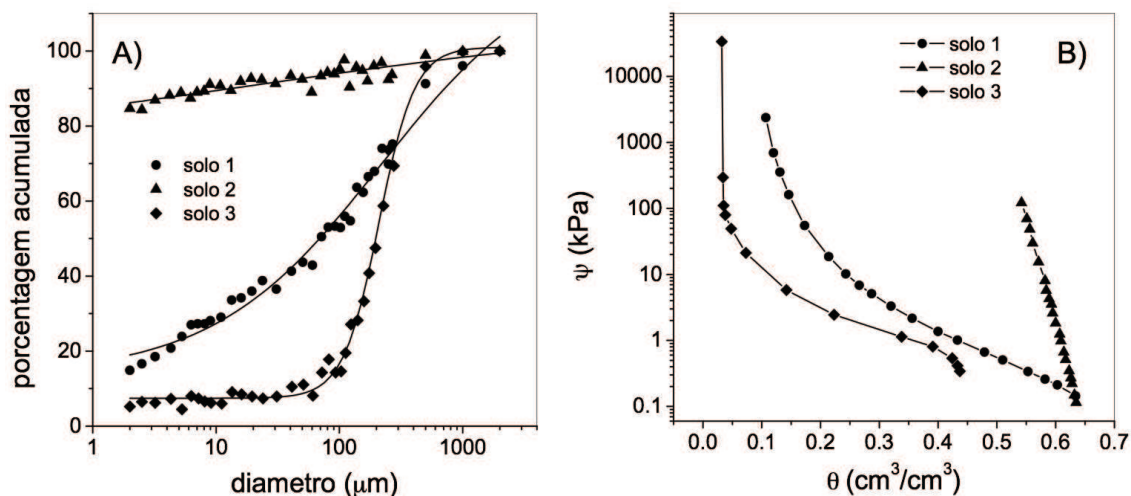


Figura 1. Distribuição do tamanho das partículas-DTP (A) e curvas de retenção de água-CR (B) no solo, obtidos com o analisador granulométrico e modelo de Arya e Paris para três solos com texturas bem distintas.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão (DP) das frações granulométricas (% areia, silte e argila) do conjunto de 1162 solos analisados por núcleo de produção de algodão no Estado do MT.

parâmetros	estatística	área 1	área 2	área 3	área 4	área 5	área 6	área 7
% areia	média	50	35	48	36	40	36	26
	DP	17	17	20	11	15	14	12
% silte	média	07	07	04	04	03	06	13
	DP	06	05	04	04	03	03	06
% argila	média	44	57	48	60	57	58	61
	DP	15	15	19	10	14	13	09
D_s ($g\text{cm}^{-3}$)	média	1,29	1,25	1,29	1,17	1,29	1,24	1,09
	DP	0,15	0,16	0,16	0,09	0,14	0,12	0,14
D_p ($g\text{cm}^{-3}$)	média	2,69	2,74	2,72	2,73	2,71	2,75	2,77
	DP	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04
P_T ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$)	média	0,52	0,54	0,52	0,57	0,52	0,55	0,61
	DP	0,06	0,06	0,07	0,03	0,05	0,05	0,05
AD ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$)	média	0,061	0,071	0,034	0,025	0,019	0,032	0,109
	DP	0,054	0,063	0,038	0,032	0,018	0,026	0,070

A Figura 3 apresenta as relações entre os teores de argila, silte e areia com a umidade do solo no potencial mátrico de -8 kPa ($\theta_{-8\text{kPa}}$), considerado como referência para a capacidade de campo. Nesse caso, verifica-se a melhor correlação (negativa) entre $\theta_{-8\text{kPa}}$ e areia. Isso indica que as frações argila e silte combinadas (argila+silte) influenciam diretamente a macroporosidade do solo ($\theta_{-8\text{kPa}}$).

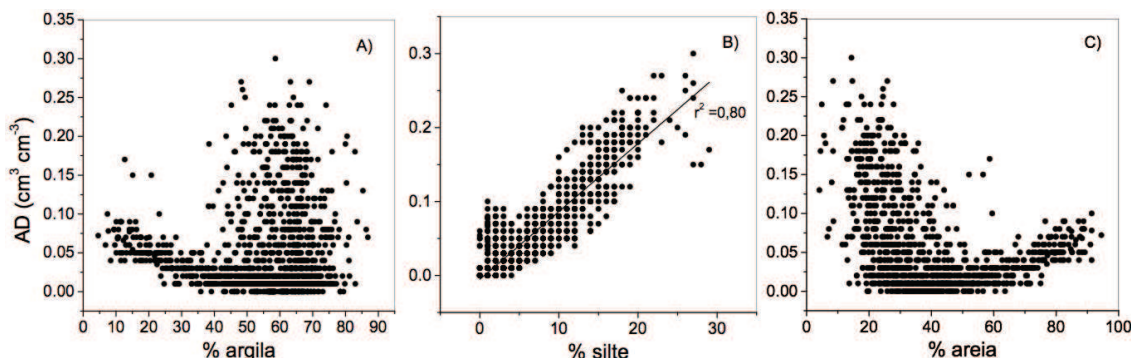


Figura 2. Correlação entre os teores de argila, silte e areia e água disponível (AD).

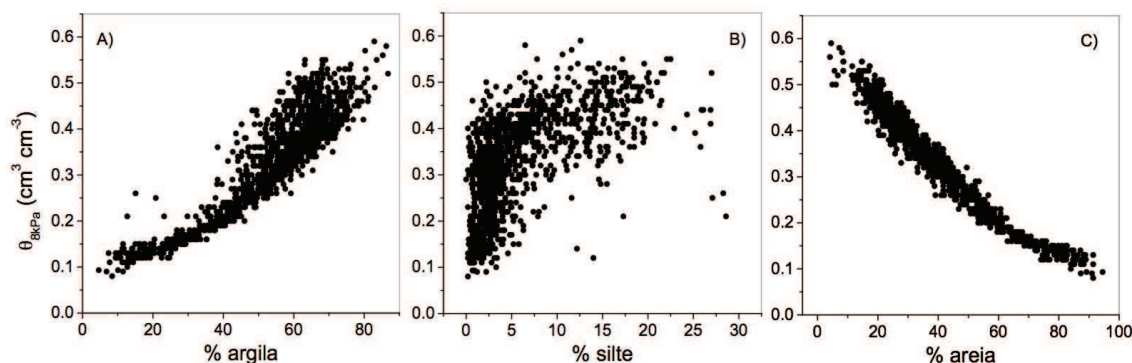


Figura 3. Correlação entre argila, silte e areia a umidade volumétrica no potencial de -8 kPa.

4. Conclusões

Conclui-se que o modelo de similaridade de Arya e Paris aliado a um equipamento automático para a determinação da granulometria permite a estimativa de propriedades hídricas do solo, com grande potencial de aplicação em estudos de agricultura de precisão e manejo dos solos. Observou-se uma influência significativa das frações silte, argila e areia nos teores de AD.

Agradecimentos

CNPq (304951/2013-7, 375121/2014-5), IMAmt (23700.12/0080-5) e Embrapa (02.12.01.0.19.00.04). Ao técnico Pedro Bonfim pelo apoio nas análises.

Referências

- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; MASCHIO, R.; SILVA, E.M. Determinação da curva de retenção de água no solo em laboratório. Teresina-PI: Embrapa Meio-Norte, 2007 (Folder).
- GALBIERI, R.; SILVA, J.F.V.; ASMUS, G.L.A.; VAZ, C.M.P.; LAMAS, F.M.; CRESTANA, S.; TORRES, E.D.; FARIAS, A.; FALEIRO, V.; CHITARRA, L.G.; RODRIGUES, S.M.; STAUT, L.A. Áreas de produção de algodão em Mato Grosso: nematoides, murcha de fusarium, sistemas de cultivo, fertilidade e física de solo. Cuiabá: IMA, 2014 (CIRCULAR TÉCNICA IMA (Nº8)).
- TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. da; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um latossolo roxo sob plantio direto. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, VIÇOSA, v.22, p.573-581, 1998.
- VAZ, C.M.P., NAIME, J.M., MACEDO, A. Soil particle size fractions determined by gamma-ray attenuation. Soil Science, v. 164, n. 6, p. 403-410, 1999.
- VAZ, C.M.P., IOSSI, M.D., NAIME, J.M., MACEDO, A., REICHERDT, J.M., REINERT, D.J., COOPER, M. Validation of the Arya and Paris water retention model for Brazilian soils. Science Society of America Journal, v. 69, n. 3, p. 577-583, 2005.