



## FUNÇÕES DE PEDOTRANSFERÊNCIA PARA ESTIMAR CAPACIDADE DE CAMPO, PONTO DE MURCHA PERMANENTE E DENSIDADE GLOBAL EM SOLOS DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA DO BIOMA CERRADO

LINEU N. RODRIGUES<sup>1</sup>, ALINE DE HOLANDA N. MAIA<sup>2</sup>, REINALDO N. DA SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrícola, Pesquisador, Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF. Fone: (61) 3388-9959. e-mail: lineu@cpac.embrapa.br;

<sup>2</sup>Agrônoma, Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP;

<sup>3</sup>Geógrafo, Bolsistas Embrapa Cerrados / Planaltina, DF.

Apresentado no

XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2011  
24 a 28 de julho de 2011 - Cuiabá-MT, Brasil

**RESUMO:** A grande variabilidade espacial e o elevado custo associado à obtenção de alguns parâmetros do solo dificulta a adequada representação dos sistemas agrícolas. As funções de pedotransferência (FPTs) têm sido utilizadas para estimar parâmetros do solo a partir de suas propriedades básicas. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver FPTs para estimar a capacidade de campo (CC), o ponto de murcha permanente (PMP) e a densidade global (DG) em solos de uma bacia hidrográfica do Bioma Cerrado. Foram analisados dados de noventa e nove perfis de solos, com três repetições em cada uma das seguintes profundidades: 0-5 cm, 15-20 cm e 55-60 cm. Foi realizada análise de regressão múltipla para obtenção de FPTs para PMP, CC e DG, utilizado como preditores argila (ARG), silte (SLT), areia fina (AF), areia grossa (AG), matéria orgânica (MO) e DG (exceto para a FPT da DG). A seleção de preditores em cada modelo foi feita via método *stepwise*. As FPTs ajustadas, considerando todas as profundidades conjuntamente, foram:  $PMP = 0,3459 - 0,137*DG - 0,011*MO - 0,00066*ARG - 0,00074*SLT$ ;  $CC = 0,8000 - 0,371*DG - 0,001*AG - 0,00055*AF$ , com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) em torno de 60%. Para DG não foi observado bom ajuste ( $R^2 = 10\%$ ).

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação, hidrologia, recursos hídricos.

### PEDOTRANSFER FUNCTIONS TO ESTIMATE FIELD CAPACITY, PERMANENT WILTING POINT AND SOIL DENSITY IN A BRAZILIAN SAVANNAH WATERSHED

**ABSTRACT:** Soil spatial variability and the high cost to obtain its parameters make difficult to adequately represent agricultural systems. Pedotransfer functions (FPTs) are commonly used to estimate soil parameters based on its basic properties. The objective of this work was to develop FPTs to estimate field capacity (CC), permanent wilting point (PMP) and bulk density (DG) of soils of a Brazilian Savannah catchment. Ninety nine soil profiles with three replications for each depth (0-5 cm, 15-20 cm and 55-60 cm) were analyzed. Multiple regression analyses was performed to obtain FTPs to PMP, CC and DG, using clay (ARG), silt (SLT), fine sand (AF), coarse sand (AG), organic matter (MO) and bulk density (except to FTP of DG) as predictors. Stepwise method was used to select predictors in each model. Fitted FTPs considering all depth were:  $PMP = 0.3459 - 0.137*DG - 0.011*MO - 0.00066*ARG - 0.00074*SLT$ ;  $CC = 0.8000 - 0.371*DG - 0.001*AG - 0.00055*AF$ , with coefficient of determination ( $R^2$ ) around 60%. It was not obtained a good model fitting for DG ( $R^2 = 10\%$ ).

**KEYWORDS:** irrigation, hydrology, water resources.

**INTRODUÇÃO:** Em trabalhos, como, por exemplo, o de manejo da irrigação, em que se faz necessário o conhecimento da água disponível no solo, é fundamental a estimativa da capacidade de campo, do ponto de murcha permanente e da densidade global. Esses parâmetros do solo, entretanto, apresentam grande variabilidade espacial. Além disso, a coleta de solos em campo e a sua análise em laboratório, para estimativa desses parâmetros, são procedimentos caros e demorados, o que leva a uma amostragem deficiente da área a ser estudada. Isto implica em tomada de decisões muitas vezes inadequadas, baseadas em informações altamente incertas. Nos estudos envolvendo bacias hidrográficas, via de regra, é necessária a coleta de elevado número de amostras para representar adequadamente uma área. Uma alternativa é utilizar funções de pedotransferência (FPTs), as quais, utilizando dados pedológicos mínimos de obtenção simples e de custo acessível, são capazes de gerar, com certo grau de precisão, os parâmetros físico-hídricos do solo de mais difícil obtenção. Muitas funções de pedotransferência já foram desenvolvidas e descritas na literatura (Gupta e Larson, 1979; Rawls e Brakensiek, 1982; Tomasella et al., 2000), mas poucas foram desenvolvidas para a região do Cerrado, o que tem dificultado a sua aplicação de forma confiável. Visando contribuir com o aumento do conhecimento básico sobre o Bioma Cerrado e o uso eficiente da água Foi desenvolvido o presente trabalho, cujo objetivo foi obter FPTs para estimar a capacidade de campo (CC), o ponto de murcha permanente (PMP) e a densidade global (DG) em solos de uma bacia hidrográfica do Bioma Cerrado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados foram coletados na área da Bacia Hidrográfica do Rio Buriti Vermelho, localizada na parte leste do Distrito Federal. O Rio Buriti Vermelho, seu curso principal, drena uma área de aproximadamente 940 hectares, sendo seu solo, cobertura vegetal e práticas agrícolas bastante representativas das condições observadas na ecorregião do planalto central. Com predominância de Latossolo Vermelho, ela apresenta diferentes tipos de uso e cobertura vegetal. Para fins de geração das funções de pedotransferência foram consideradas as camadas de solo superficial (0-5 e 15-20cm) e a sub-superficial (60-65cm), representando, em termos médios, a camada de solo agricultável e o horizonte diagnóstico das classes de solos, respectivamente. Foram retiradas ao todo oitocentos e noventa e uma amostras de solos em noventa e nove locais. Para representar o solo em cada um dos locais amostrados, foram retiradas três amostras em cada profundidade. Assim sendo, para gerar as funções de pedotransferência, em cada uma das profundidades, foram utilizadas noventa e nove amostras, provenientes de três repetições cada uma. As amostras de solos, nas profundidades indicadas, foram coletadas com estrutura não deformada e utilizadas para determinação da textura e da densidade global. Além disso, foram submetidas à tensão de 6 kPa e 1500 kPa para estimativas das umidades do solo referentes à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente, respectivamente. Foram ajustados modelos de regressão múltipla para obtenção das FPTs para PMP, CC e DG, utilizado como preditores argila (ARG), silte (SLT), areia fina (AF), areia grossa (AG), matéria orgânica (MO) e DG (exceto para a FPT da DG). A seleção de preditores em cada modelo foi feita utilizando-se a opção ‘stepwise’ onde a cada passo as variáveis preditoras podem ser incluídas ou excluídas do modelo até que um subconjunto ótimo seja selecionado de acordo com um critério de valor máximo para o nível de significância nominal, que mensura a contribuição de cada possível preditor na explicação da variabilidade da resposta (PMP, CC ou DG). A qualidade de ajuste dos modelos foi avaliada pelo coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e gráficos de resíduos padronizados e relação entre valores observados e preditos pelas FPT (Draper and Smith, 1966).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os valores de densidade do solo relativos a amostra avaliada variaram de 0,47 g cm<sup>-3</sup> a 1,39 g cm<sup>-3</sup>, com valor médio de 1,00 g cm<sup>-3</sup> e coeficiente de variação (CV) igual a 9,7%. Benites et al. (2006) encontraram para solos brasileiros valores variando de 0,13 e 2,25 g cm<sup>-3</sup>. A capacidade de campo variou de 0,23 a 0,64 e o ponto de murcha permanente de 0,13 a 0,45, com valores médios iguais a 0,43 e 0,26 e CVs iguais a 4,8 e 2,9, respectivamente. As PTFs ajustadas, para o solo da bacia hidrográfica do rio Buriti Vermelho, considerando as três profundidades avaliadas, são apresentadas nas equações 1, 2 e 3.

$$\text{PMP} = 0,3451 - 0,1369 \text{ DG} + 0,0106 \text{ MO} + 0,0007 \text{ ARG} - 0,0007 \text{ SLT} \quad R^2 = 0,59 \quad (1)$$

$$\text{CC} = 0,8000 - 0,3711 \text{ DG} + 0,0010 \text{ AG} - 0,0006 \text{ AF} \quad R^2 = 0,58 \quad (2)$$

$$\text{DG} = 1,1153 - 0,0016 \text{ ARG} - 0,0208 \text{ MO} - 0,0018 \text{ SLT} \quad R^2 = 0,10 \quad (3)$$

A estimativa da DG foi a que apresentou o maior percentual de variabilidade não explicado pelas variáveis preditoras (90,0%), com baixa qualidade do ajuste (10,0%). Benites et al. (2006) estudaram solos de todo o Brasil e concluíram que a soma de bases ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , e  $\text{K}^+$ ), o carbono orgânico (COT) e a porcentagem de argila descrevem 66% da variação da densidade. Ressaltam ainda que o teor de argila apresenta maior correlação com os valores preditos de DG (valor Beta = - 0,58), seguido de perto por COT (valor Beta = - 0,51) e a soma de bases (SB) - valor Beta = 0,20. Tal fato relacionado a argila não foi observado nos solos da bacia hidrográfica do Buriti Vermelho, inserida na ecorregião do Planalto Central do Bioma Cerrado. É importante portanto, a realização de estudos adicionais incorporando o COT e a SB como possíveis preditores. Para as outras variáveis, as FPT apresentaram capacidade preditiva mediana. Os padrões gráficos da relação entre valores observados e preditos pelas PTFs para as três variáveis dependentes (Figura 1) indicam uma tendência de subestimação para os valores mais elevados e subestimação para os valores mais baixos, considerando a amplitude de variação das respectivas variáveis. Para DG, o padrão de dispersão confirma a má qualidade de ajuste do modelo proposto, já indicada pelo baixo valor de  $R^2$ .

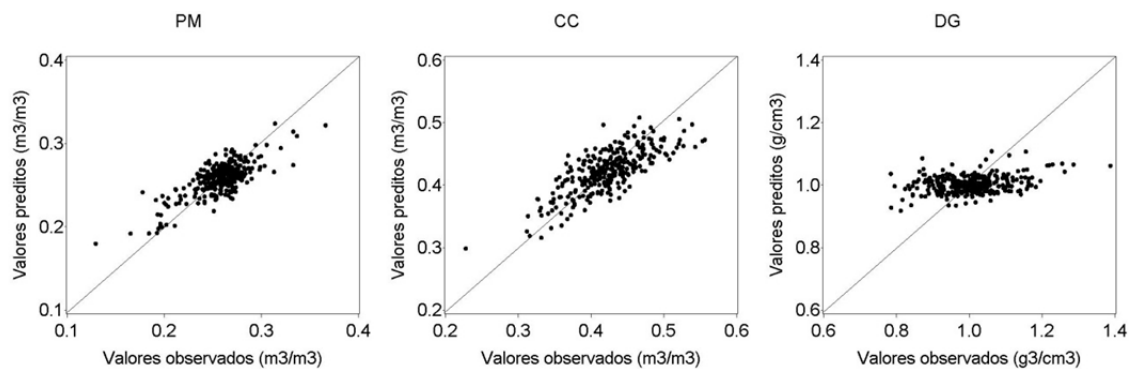


Figura 1. Relação entre valores observados e preditos pelas FPT para cada variável resposta (PMP: ponto de murcha permanente; CC: capacidade de campo e DG, densidade global), utilizados para avaliação do viés dos modelos.

Na Figura 2 apresentam-se gráficos de resíduos padronizados. Pode-se observar nesses gráficos cerca de 90% dos resíduos encontram-se na faixa entre -2 e 2, indicativo da ausência de valores discrepante (*outliers*). Os padrões dos resíduos padronizados enfatizam a tendência já caracterizada na Figura 1, de presença de vieses negativos para valores menores e vieses positivos para valores mais elevados das variáveis-resposta. Esse comportamento dos resíduos indica a necessidade de investigação para entendimento das causas geradoras de vieses e proposição de possíveis correções.

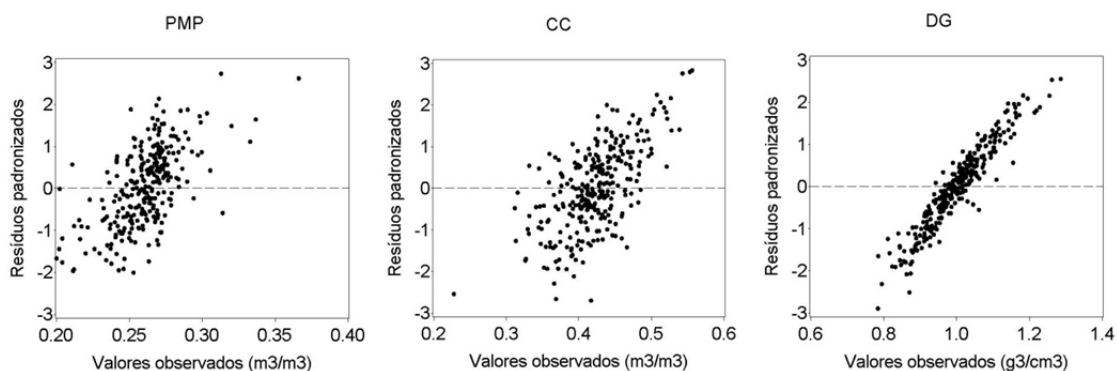


Figura 2. Gráficos de resíduos padronizados (adimensional) das FPT para cada variável resposta (PMP: ponto de murcha permanente; CC: capacidade de campo e DG, densidade global), utilizados para avaliação do ajuste dos modelos.

## CONCLUSÕES:

As FTP para a PMP e CC apresentaram capacidade preditiva mediana, porém há uma tendência de subestimação das umidades preditas para valores mais elevados dentro das respectivas amplitudes de variação. Seu uso deve considerar a presença desse tipo de viés e as incertezas decorrentes da fração de variabilidade não explicada pelos preditores. Para DG, a baixa qualidade do ajuste inviabiliza o uso de informação derivada da PTF para a modelagem de sistemas agrícolas na microbacia estudada.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq pela concessão da bolsa DTI ao terceiro autor e pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa N. 552570/2007-9.

## **REFERÊNCIAS**

DRAPER, N.R e SMITH, H. (1966). Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons, New York, 407 pp.

GUPTA, S.C.; LARSON, W.E. Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter content and bulk density. Water Resource Research, Washington, D.C., v.15, n.6, p.1633-1635, 1979.

RAWLS, W.J., BRAKENSIEK, D.L. Estimating soil water retention from soil properties. Journal of Irrigation Drainage Division. ASCE, New York, v.108, n.1R2, p.166-171, 1982.

TOMASELLA, J.; HODNETT, M.G.; ROSSATO, L. Pedotransfer functions for the estimation of soil water retention in Brazilian soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 64:327-338, 2000.

BENITES, V.M.; MACHADO, P.O.A.; FIDALGO, E.C.C. et al. Funções de Pedotransferência para Estimativa da Densidade dos Solos Brasileiros. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa solos, 2006.