

Funções de Pedotransferência para Estimativa da Densidade de Solo em Latossolos do Estado do Piauí

Herbert Moraes Moreira Ramos¹; Gustavo Souza Valladares²; Aderson Soares Andrade Junior³

¹ Doutorando em Agronomia (produção vegetal) Universidade Federal do Piauí, Teresina – Piauí; E-mail: moreiramos@hotmail.com

² Professor, Departamento de Geografia e História Universidade Federal do Piauí, Teresina – Piauí; E-mail: valladares@ufpi.edu.br

³ Pesquisador, Embrapa Meio-Norte. Teresina – Piauí; E-mail: aderson.andrade@embrapa.br

RESUMO: A densidade de solo é uma das características importantes na avaliação dos solos. Essa característica pode ser usada como indicadora de processos de degradação da estrutura do solo, que pode ser alterada em função do uso e do manejo do solo. O objetivo desse trabalho foi verificar se modelos de funções de pedotransferência baseados em atributos do solo obtidas mais facilmente são alternativas às medições laboriosas de densidade do solo em Latossolos para o estado do Piauí. Amostras de solo foram coletadas em nove perfis de Latossolos. Em cada solo foram coletadas amostras com estrutura deformada e indeformada, nas profundidades de: 0 a 20; 20 a 40; e 40 a 60 cm, em minitrincheiras, com duas repetições. Os atributos físicos determinados foram: teor de argila, silte, areia fina e areia grossa e a densidade do solo. O atributo químico foi o teor de carbono orgânico total. Utilizou-se análise de regressão linear múltipla aplicada a todos os parâmetros. Um procedimento “forward stepwise” foi utilizado para a análise exploratória relacionando densidade do solo aos atributos físicos e químicos do solo. Análise exploratória dos dados mostrou que as variáveis argila e carbono orgânico total influenciaram significativamente ($p < 0,005$) a densidade do solo, permitindo, com isso, obter uma função de pedotransferência. Para solos classificados como da classe dos Latossolos no Estado do Piauí pode ser utilizado a função de pedotransferência para se estimar a densidade do solo, utilizando-se os teores de argila do solo e carbono orgânico total.

Termos de indexação: pedometria, atributos físicos de solos, análise multivariada.

INTRODUÇÃO

A densidade de solo (Ds) é uma das características importantes na avaliação dos solos. Essa característica está associada à estrutura, à densidade de partícula e à porosidade do solo, podendo ser usada como indicadora de processos de degradação da estrutura do solo, que pode ser alterada em função do uso e do manejo do solo. A densidade de solo é uma relação entre massa de solo seco e seu volume (Klein, 2008). Solos

arenosos apresentam densidade do solo superior aos argilosos enquanto que solos siltosos apresentam densidade intermediária (Bueno & Vilar, 1998; Libardi, 2005).

Apesar da densidade de solo advir da razão entre massa e volume, variáveis essas de fácil quantificação, é fato que existe dificuldade em se obter informações seguras sobre a densidade em diferentes classes de solo, o que vem estimulando a obtenção de muitas predições da densidade de solo que utilizam relações entre esse parâmetro e outras variáveis mais comumente disponíveis em inventários pedológicos (Barros & Fearnside, 2015).

Segundo Budimanet et al. (2003), as funções de pedotransferência permitem que informações básicas de solo, disponíveis em relatórios de levantamentos ou em Sistemas de Informação Geográfica, sejam transformadas em outras de obtenção mais laboriosa e mais cara.

Na literatura são encontradas algumas funções de pedotransferência em que utilizam a matéria orgânica, a argila, a argila somada ao silte e a areia para determinar a densidade do solo (Marcolin & Klein, 2011; Benites et al., 2006). Para Benites et al. (2006), os modelos de regressão simplificada para a predição de densidade do solo em Latossolos e Argissolos foram funções do teor de argila, carbono orgânico total e óxido de ferro.

Porém, como relatado por De Vos et al. (2005), as funções de pedotransferência publicadas mostram grandes diferenças de desempenho quando aplicadas em outros ambientes que não aqueles em que foram ajustadas.

Para o estado do Piauí, existe uma grande carência de informações a respeito da densidade dos solos, atributo de fundamental importância para a agricultura irrigada e determinação de estoques de carbono, por exemplo.

Nesse sentido, conduziu-se esse trabalho com o objetivo de verificar se modelos de funções de pedotransferência baseados em atributos do solo obtidas mais facilmente são alternativas às medições laboriosas de densidade do solo em Latossolos para o estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de solo foram coletadas em nove perfis de Latossolo em área do cerrado no Estado do Piauí. Na **tabela 1** estão apresentadas a classificação, a localização e as coordenadas geográficas das áreas onde os solos foram coletados. Em cada solo foram coletadas amostras com estrutura deformada e indeformada, nas profundidades de: 0 a 20; 20 a 40; e 40 a 60 cm, em minitrincheiras, com duas repetições.

Os atributos físicos determinados foram: análise granulométrica (teor de argila, silte, areia fina e areia grossa) e a densidade do solo. O atributo químico foi o teor de carbono orgânico total (COT).

A análise granulométrica foi realizada utilizando-se o método da pipeta para separação das frações granulométricas. A determinação do COT foi efetuada pelo método de Walkley-Black modificado, o qual fundamenta-se na oxidação de todo o carbono do solo utilizando excesso de dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) em meio ácido e a quente, como agente oxidante e posterior quantificação do dicromato remanescente por titulação com solução de ferro reduzido ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)2.6\text{H}_2\text{O}$) em meio ácido, utilizando ferroin como indicador (Mendonça, 2005). As Ds para cada profundidade foram determinadas a partir do método do anel volumétrico, a partir da coleta de amostras de solo com estrutura indeformada através de um anel de aço (Kopecky) de bordas cortantes e volume interno de 50 cm^3 (Donagema et al., 2011).

Para se obter as funções de pedotransferência utilizou-se análise de regressão linear múltipla aplicada a todos os parâmetros determinados em laboratório. Um procedimento de análise de regressão múltipla "forward stepwise" foi utilizado para a análise exploratória relacionando densidade do solo aos atributos físicos e químicos do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise granulométrica (teor de argila, silte, areia fina, areia grossa), do carbono orgânico total e densidade do solo calculada para os solos estudados em cada profundidade, estão apresentados na **tabela 2**. Os solos apresentaram variação no teor de argila de 153 a 420 g kg^{-1} , no teor de silte de 9 a 332 g kg^{-1} , no teor de areia grossa de 91 a 646 g kg^{-1} , no teor de areia fina de 136 a 503 g kg^{-1} , de COT entre 4,52 e $33,51 \text{ g kg}^{-1}$ e de Ds medida de 1,14 a $1,74 \text{ kg dm}^{-3}$.

O procedimento de análise exploratória dos dados mostrou que as variáveis argila e COT influenciaram significativamente ($p < 0,005$) a densidade do solo (equação 1), permitindo, com isso, obter uma função de pedotransferência capaz de descrever satisfatoriamente essa propriedade do

solo.

$$Ds = 1,845777 - 0,000920 * \text{Argila} - 0,009010 * \text{COT} \quad (R^2 = 0,54; p < 0,005) \quad (1)$$

Na **figura 01** mostra graficamente a relação entre os dados estimados e medidos da densidade solo pela função de pedotransferência gerada.

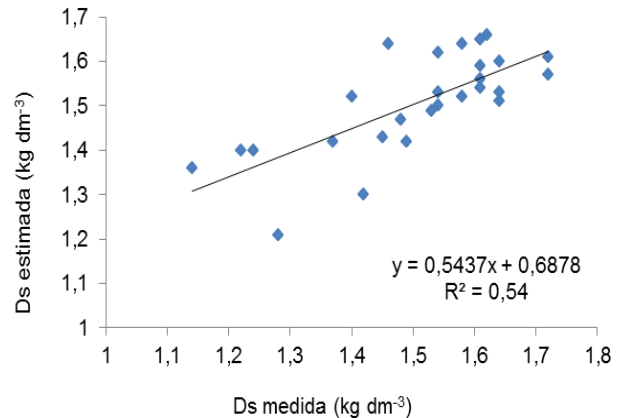


Figura 1. Valores estimados versus medidos de Ds utilizando a função.

Observou-se que, no gráfico de dispersão apesar do espalhamento dos dados, as distribuições dos pontos se deram basicamente em torno da linha, mostrando que há uma boa concordância na estimativa. De acordo com Da Silva Gomes (2014), desenvolvendo funções de pedotransferência para estimar a densidade do solo na bacia do Solimões sob floresta tropical, observou que os modelos testados tendem a superestimar os valores de densidade do solo do que subestimar.

Quando se ajustaram os dados, as funções do teor de argila e COT observou-se efeito significativo, tendo esses atributos do solo comportamento linear e negativo com o aumento dos teores de argila do solo. (Figura 2 e 3).

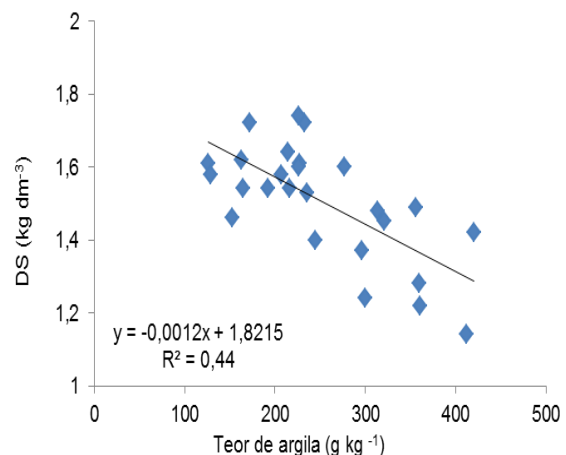


Figura 2. Densidade do solo (Ds) em função da variação do teor de argila do solo.



REFERÊNCIAS

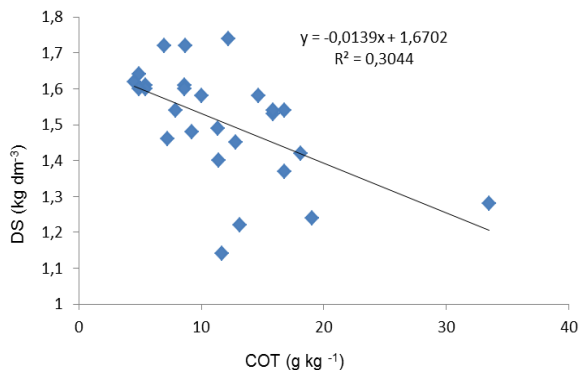


Figura 3. Densidade do solo (Ds) em função da variação do carbono orgânico total (COT).

Resultado semelhante foi obtido por Marcolin e Klein (2011), estimando a densidade relativa do solo a partir de uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima no Estado do Rio Grande do Sul. Esses autores observaram que o teor de argila a matéria orgânica do solo influenciou a densidade do solo. Segundo Motta et al. (2002), avaliando a relação de solos e superfícies geomórficas no cerrado brasileiro, a classe dos Latossolos mostra alta estabilidade de agregados, em que os agregados de argila (principalmente caulinita e gibsitita) são estabilizados pelos altos conteúdos de óxidos de ferro, matéria orgânica ou ambos. A matéria orgânica influencia varias características do solo, principalmente as relacionadas à formação de agregados e a conferência de cargas negativas, a matéria orgânica atua como agente cimentante, unindo e estabilizando as partículas do solo (Batista et al., 2013). De acordo com Benites et al. (2006), desenvolvendo um procedimento estatístico para predizer densidade do solo, dos solos brasileiros, o teor de argila mostrou boa correlação com a predição de densidade do solo seguida pelo carbono orgânico total e pela soma de bases. Para os mesmo autores, o teor de argila isolado não é um bom preditor de densidade do solo, segundo os mesmos, o modelo de regressão, que inclui argila, carbono orgânico total e soma de base, descreveu 66% da variação da densidade de todos os solos em todas as profundidades enquanto que o do teor de argila isolado descreveu 42%.

CONCLUSÕES

Para solos classificados como da classe dos Latossolos no Estado do Piauí pode ser utilizado a função de pedotransferência para se estimar a densidade do solo, utilizando-se os teores de argila do solo e carbono orgânico total.

BARROS & FEARNSID. Pedo-transfer functions for estimating soil bulk density in central amazonia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 2, p. 397-407, 2015.

BATISTA, I. et al. Caracterização dos agregados em solos sob cultivo no cerrado, MS. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 4, p. 1535-1548, 2013.

BENITES, V. de M. et al. Funções de pedotransferência para estimativa da densidade dos solos brasileiros. *Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento*, 2006.

BUDIMAN, M. et al. Revisão sobre funções de pedotransferência (PTFs) e novos métodos de predição de classes e atributos do solo. *Embrapa Solos*, 2003.

BUENO, B. S. & VILAR, O. M. *Mecânica dos solos*. São Carlos: USP/EESC, 1998.

DA SILVA G. A. *AMAZÔNICA Floresta Tropical*; INSTITUTO DE AGRONOMIA. 2014.

DE VOS, B. et al. Predictive quality of pedotransfer functions for estimating bulk density of forest soils. *Soil Science Society of America Journal*,

DONAGEMA, G. K. et al. *Manual de métodos de análise de solo*. Embrapa Solos Documentos (INFOTECA-E), 2014.

JACOMINE, P.K.T. Mapa exploratório-reconhecimento de solos do estado do Piauí. Convênio EMBRAPA/SNLCS-SUDENE-DRN, 1983.

KLEIN, V. A. *Física do solo*. Ed. da UPF, 2008.

LIBARDI, Paulo Leonel. *Dinâmica da Água no Solo* Vol. 61. *Edusp*, 2005. *Madison*, v. 69, n.2, p. 500-510, Mar. 2005.

MARCOLIN & KLEIN. Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, n. 2, p. 349-354, 2011.

MENDONÇA, E. de S. *Matéria orgânica do solo: métodos de análises*. UFV, 2005.

MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; FRANZMEIER, D. P. *Relation of soils and geomorphic surfaces in the Brazilian Cerrado*. New York: Columbia University Press, 2002.

SOLOS, Embrapa. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

Tabela 1. Classificação dos solos, localização e das áreas amostradas.

Nº da amostra	Classificação *	Município - PI	Coordenadas geográficas
1	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado	Guadalupe	S 06° 54' 04" W 43° 35' 18"
2	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado	Uruçuí	S 05° 04' 26" W 42° 49' 52"
3	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado	Bom Jesus do Piauí	S 08° 41' 07" W 44° 32' 31"
4	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado	Angical do Piauí	S 06° 08' 15" W 42° 43' 16"
5	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A proeminente	Amarante	S 06° 22' 24" W 42° 47' 43"
6	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado	Amarante	S 06° 09' 01" W 42° 47' 51"
7	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado	Palmeiras	S 06° 00' 49" W 42° 56' 12"
8	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado	Uruçuí	S 07° 28' 41" W 44° 53' 50"
9	LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado	Bertolínea	S 07° 17' 36" W 43° 51' 46"

*Classificações baseadas em mapas Jacomine (1983) e adaptadas para Embrapa (2013).

Tabela 2: Teores de argila, silte, areia fina (AF), areia grossa (AG), carbono orgânico total (COT) e densidade do solo (Ds) medida, para cada amostra e profundidade dos solos avaliados.

Amostra	Profundidade (m)	----- (g kg ⁻¹) -----				COT	Ds (kg dm ⁻³)
		Argila	Silte	AG	AF		
1	0-0,2	163	59	325	454	4,52	1,62
	0,2-0,4	153	09	372	466	7,22	1,46
	0,4-0,6	233	33	325	409	6,94	1,72
2	0-0,2	126	32	450	393	8,64	1,61
	0,2-0,4	227	24	425	325	5,42	1,61
	0,4-0,6	214	92	382	312	4,95	1,64
3	0-0,2	129	152	571	148	10,04	1,58
	0,2-0,4	172	122	497	209	8,68	1,72
	0,4-0,6	165	53	646	136	7,87	1,54
4	0-0,2	420	230	111	239	18,10	1,42
	0,2-0,4	360	104	111	426	13,14	1,22
	0,4-0,6	356	124	91	430	11,38	1,49
5	0-0,2	207	39	337	417	14,66	1,58
	0,2-0,4	245	11	283	460	11,39	1,40
	0,4-0,6	235	14	348	404	15,86	1,53
6	0-0,2	296	102	209	393	16,80	1,37
	0,2-0,4	321	135	131	414	12,82	1,45
	0,4-0,6	313	146	132	410	9,25	1,48
7	0-0,2	192	39	307	463	15,84	1,54
	0,2-0,4	216	21	314	449	16,77	1,54
	0,4-0,6	226	34	237	503	12,23	1,74
8	0-0,2	359	210	155	277	33,51	1,28
	0,2-0,4	300	322	131	247	19,06	1,24
	0,4-0,6	412	194	122	271	11,65	1,14
9	0-0,2	226	232	350	193	8,64	1,60
	0,2-0,4	277	74	375	275	5,42	1,60
	0,4-0,6	314	42	331	312	4,95	1,60

Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Meio-Norte.