

Caracterização da Densidade Máxima do solo da Região Centro Oeste do Paraná

Characterization of the Maximum Density of the soil, Region Paraná Midwest

Patricia Juana Colmán Ribelatto^{1*}, Leandro Taubinger¹, Tayná Jornada Ben¹,
Marcelo Vicensi¹ e Cristiano André Pott¹

¹ Universidade Estadual do Centro Oeste, Pós-Graduação em Agronomia. 85040.080, Guarapuava, PR, Brasil.

*Autor para correspondência (pj_tr4@hotmail.com)

Recibido: 21/06/2016; Aceptado: 14/02/2017.

10.18004/investig.agrar.2017.junio.49-55

RESUMO

A susceptibilidade do solo à compactação, avaliada pelo ensaio Proctor, é uma medida que vem sendo estudada nos sistemas agrícolas de produção visando um estudo mais detalhado sobre o grau de compactação que é possível obter em um determinado solo. O presente trabalho teve objetivo comparar diferentes locais, (Guarapuava, Pinhão e Candói) em diferentes profundidades (0-10; 10-20 e 20-40 cm para Guarapuava, 0-10; 10-25 e 25-40 cm para Pinhão e 0-15; 15-25 e 25-40 cm para Candói) quanto à densidade máxima destes solos. As amostras foram submetidas ao ensaio Proctor normal, determinando-se a densidade máxima e a umidade crítica para compactação. O acúmulo de matéria orgânica na camada superficial dos solos proporcionou uma redução da densidade máxima e aumentou a umidade crítica para compactação do solo, aumentando a compactação conforme há um aumento na profundidade.

Palavras-chave: Manejo, matéria orgânica, resistência à compactação, proctor normal.

ABSTRACT

The susceptibility of soil to compaction, evaluate by the Proctor test, is a measure that has been studied in agricultural production systems, aiming at a more detailed study of the degree of compression that can be achieved in a given soil. This study was aimed to compare different locations, (Guarapuava, Pinhão and Candói) at different depths (0-10, 10-20 and 20-40 cm for Guarapuava, 0-10, 10-25 and 25-40 cm for Pinhao and 0-15, 15-25 and 25-40 cm for Candói) as the maximum density of these soils. The samples were subjected to the normal Proctor test, determining the maximum density and the critical moisture for compaction. The accumulation of organic matter in the surface layer of soil provided a reduction of the maximum density and increased the critical moisture to soil compaction, increasing compression as there is an increase in depth.

Key words: management, organic matter, resistance to compression, proctor standard.

INTRODUÇÃO

A produção vegetal está sofrendo sérias reformulações visando à sustentabilidade ambiental e manutenção do desenvolvimento humano. Os princípios físicos dos solos e a busca de encontrar medidas mitigadoras contra impactos ambientais decorrentes do acelerado desenvolvimento dos processos de produção das últimas décadas (Siqueira 2006), desta maneira, a utilização de

métodos de análises físicas do solo e as suas corretas aplicações são fundamentais para o estabelecimento de parâmetros que resultem em incremento produtivo. Um grande avanço foi a adoção do sistema de plantio direto.

No entanto, com o passar do tempo, nessas áreas também surgiram problemas, principalmente relacionados à

estrutura do solo, como a redução do espaço poroso, afetando o movimento da água no interior do solo e o crescimento das plantas (Mentges et al. 2007).

As características físicas de solos serão parâmetros que permitirão um diferencial competitivo nos sistemas de cultivo para produção de alimentos que vêm preservando a estrutura dos solos ao admitir, por exemplo, plantio direto. Assim as relações ligadas à nutrição vegetal necessitam da física para constituírem novos princípios para atender as necessidades das plantas cultivadas e permitirem a expressão genética das mesmas.

Dessa forma, a compactação do solo é um problema comumente observado em lavouras em que foi adotado o sistema de plantio direto, especialmente em solos argilosos. Sua origem está relacionada ao não revolvimento do solo, permitindo o acúmulo de pressões produzidas pelo tráfego contínuo de máquinas agrícolas e/ou animais, principalmente em dias de alta umidade do solo, provocando, assim, mudanças significativas em algumas propriedades físicas do solo (Dias Junior e Pierce 1996) (Silva et al. 2002).

O método atualmente utilizado de levantar a compactação do solo, via resistência à penetração, pode ter interpretação errônea, sendo que é afetado por umidade e densidade do solo, podendo mascarar os resultados. Por outro lado, a definição de limites críticos de densidade do solo para o desenvolvimento das plantas é muito complexa, uma vez que é dependente da textura e do teor de matéria orgânica. Uma alternativa seria a determinação da densidade relativa, que é a relação entre a densidade do solo no campo e a densidade do solo máxima obtida pelo ensaio de Proctor normal, que tem sido apresentada como um parâmetro capaz de padronizar e delimitar esses limites críticos (Klein 2006). Assim, surge a necessidade de se obter valores de referência de densidade máxima para os solos agrícolas, os quais se espera que não variem consideravelmente na região, sendo que o teor de argila e de matéria orgânica não variam consideravelmente na região Centro Oeste do Paraná, BR.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento da densidade máxima dos solos da região centro oeste do Paraná, em três profundidades, para serem utilizados como referência para futuros cálculos de densidade relativa.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do solo da primeira área foi realizada no município de Guarapuava - PR, nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude $-25^{\circ} 23'$ e Longitude $-51^{\circ} 29'$, com altitude de 1058 m. A coleta do solo da segunda área foi realizada no município de Pinhão - PR, nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude $-25^{\circ} 43'$ e Longitude $-51^{\circ} 41'$, com altitude de 1041 m. A coleta do solo da terceira área foi realizada no município de Candói - PR, nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude $-25^{\circ} 31'$ e Longitude $-51^{\circ} 47'$, com altitude de 950 m.

Em cada área foram determinadas sempre três profundidades de coleta, devidamente alocadas de 0 a 40 cm, determinadas em função da homogeneidade da resistência à penetração de cada uma das três áreas, sendo essas avaliações realizadas ao longo de toda a área, de modo à serem o mais representativo possível. Vale frisar, que essas profundidades determinadas podiam variar de uma área para outra, apresentando no mínimo 10 cm e no máximo 20 cm de camada.

A determinação dos níveis de resistência à penetração (RP) do solo foi realizada no mesmo dia da coleta do solo. Foi utilizado um amostrador eletromecânico, da marca Falker, modelo PLG1020 (Figura 1).



Figura 1. Avaliação da Resistência à penetração com penetrômetro Falker na área do Candói. Paraná, Brasil.

Foram coletados aproximadamente 30 kg de solo em três pontos aleatórios em cada área, para uma melhor

representatividade da área, sempre nas profundidades definidas em função da RP (Figura 2).

Após a coleta, os solos foram secados em estufa, desagregados, e passados em peneira de malha 4 mm. Após esse procedimento, as amostras foram submetidas

ao ensaio de Proctor normal, que consiste na utilização de impacto resultante de carga fixa em amostras de solo submetidas a diferentes umidades, resultando em uma curva a qual representa a densidade alcançada em função da umidade.

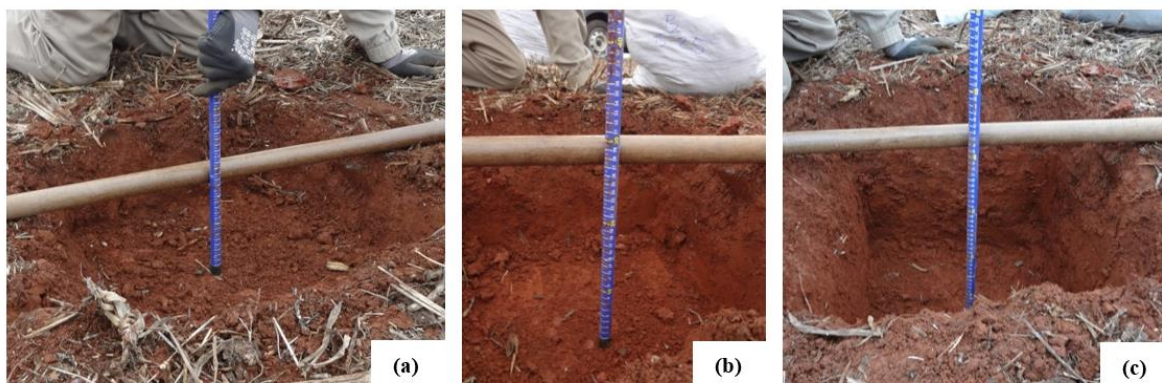


Figura 2. Trincheira aberta até 15 cm (a), até 25 cm (b) e até 40 cm (c) na área do Pinhão. Paraná, Brasil.

Para simulação da carga de impacto, utiliza-se como equipamento básico um soquete de 2,5 kg, um molde cilíndrico metálico com diâmetro de 10 cm e altura de

12,73 cm e um anel complementar metálico que permite a compactação da terceira camada de material no interior do cilindro (Figura 3).

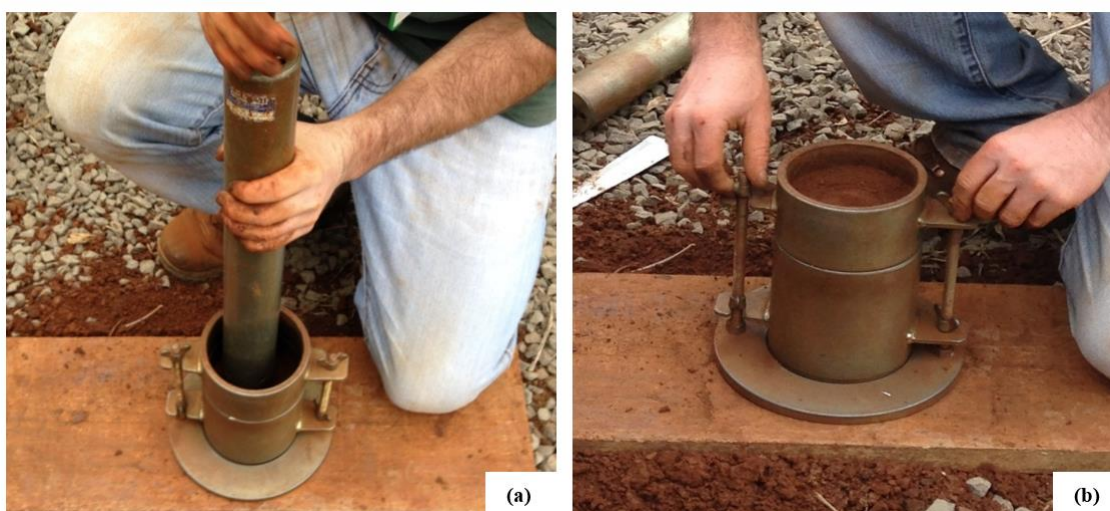


Figura 3. Cilindro e soquete do conjunto utilizado no ensaio (a) e cilindro preenchido com a terceira camada de solo compactada (b).

Após a determinação da umidade inicial, foram adicionadas cinco quantidades crescentes de água, visando atingir umidades variando de 30 a 60%. Após homogeneização, as amostras foram inseridas no cilindro de compactação, aplicando-se 26 golpes com o soquete, sendo 25 batidas ao redor da extensão do anel em

movimento circular, e a última no centro do anel. O soquete foi abandonado a uma altura de 30,5 cm até topar com a camada de solo. A inserção do solo no cilindro foi realizada em três etapas, sendo que entre cada etapa foi realizada uma escarificação com uma faca, a fim de facilitar a aderência entre as camadas.

Após as 26 batidas nas três camadas de solo, retirou-se a parte superior do anel, limpou-se o excesso com uma régua, para respeitar o volume de 1000 cm³ do anel preenchido com solo, o qual foi pesado em balança eletrônica. O solo removido da parte superior foi coletado, armazenado em bandeja de alumínio e pesado em balança eletrônica, para posteriormente fazer o controle da umidade a que a amostra foi submetida. Após a determinação da umidade em estufa se obteve os valores de densidade do solo.

O procedimento foi repetido três vezes para as amostras dos três locais, das três profundidades. Após a obtenção

dos dados realizou-se a plotagem de um gráfico de densidade versus umidade em planilha eletrônica, obtendo-se em seguida uma regressão do tipo polinomial, com a qual foi possível determinar a densidade máxima e a respectiva umidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4 estão apresentados os dados de resistência à penetração das 3 áreas estudadas, e as respectivas classes de profundidade definidas em função da homogeneidade de comportamento desse atributo.

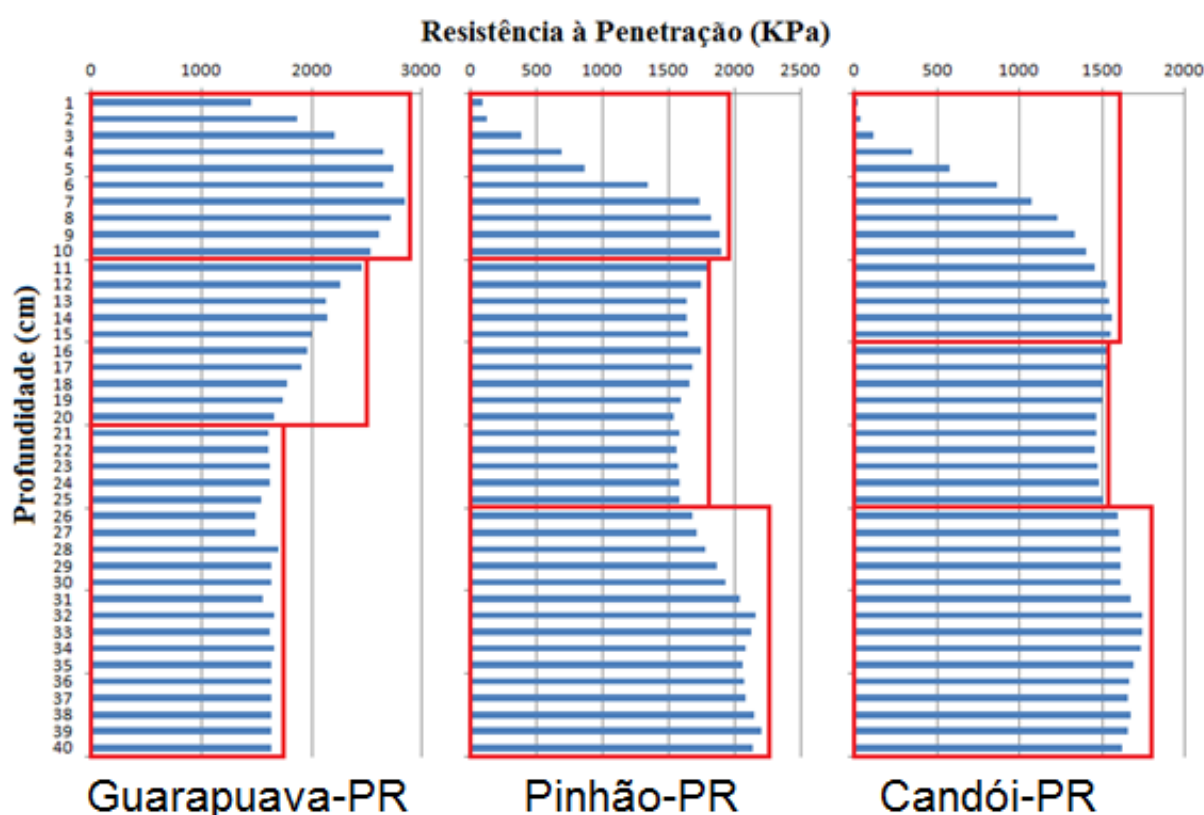


Figura 4. Resistência à penetração e as respectivas classes de profundidade definidas para as localidades de Guarapuava, Pinhão e Candói, Paraná, Brasil.

As curvas de compactação, obtidas por meio do ensaio de Proctor normal para as três profundidades avaliadas de um Latossolo bruno distrófico, são apresentadas na Figura 5.

As curvas de compactação para as diferentes profundidades, de acordo com a derivada da equação de regressão, na camada de 0-10 cm, com 42% de umidade se alcançaria a maior compactação, que seria de 1,14 g

cm⁻³. Para a camada de 10-20 cm, com 41,6% de umidade, seria possível alcançar 1,15 g cm⁻³, e para a camada de 20-40 cm, com 42,1% de umidade, alcançaria 1,16 g cm⁻³. Independente da camada, os valores tanto da umidade como da compactação máxima obtida para este solo ficaram bem próximos.

Em relação as curvas de compactação obtidas pelo ensaio de Proctor para o município de Pinhão - PR, foram

avaliadas as camadas de 0-15 cm, 15-25 cm e 25-40 cm (Figura 6). De acordo com as derivadas da equação de regressão para cada profundidade, na camada de 0-15 cm, com 37,4% de umidade se alcançaria a maior

compactação, que seria de 1,25 g cm⁻³. Para a camada de 15-25 cm, com 36,4% de umidade, seria possível alcançar 1,27 g cm⁻³, e para a camada de 25-40 cm, com 35,6% de umidade, alcançaria 1,27 g cm⁻³.

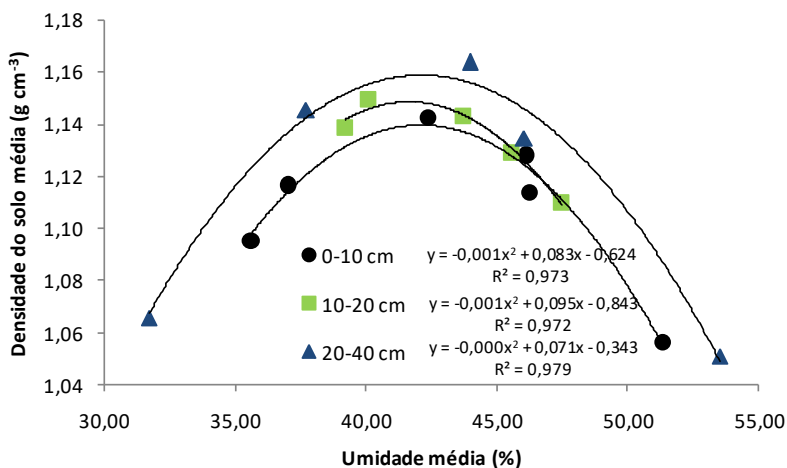


Figura 5. Densidade máxima obtida pelo ensaio de Proctor em diferentes camadas de um Latossolo Bruno Distrófico - Guarapuava - PR.

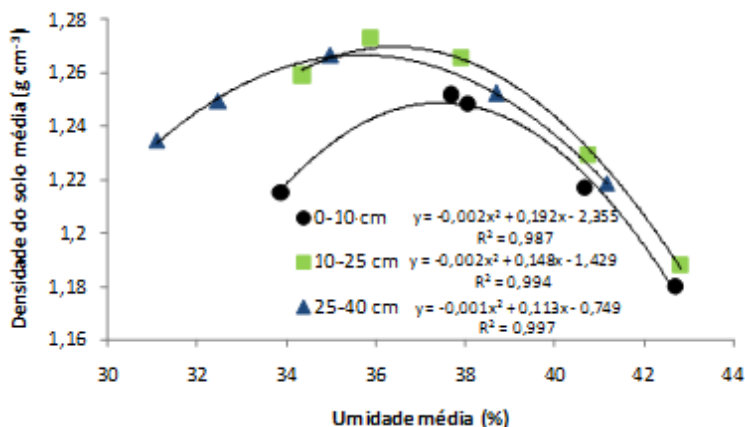


Figura 6. Densidade máxima obtida pelo ensaio de proctor em diferentes camadas de um solo de Pinhão - PR.

Já em relação ao município de Cândói - PR, as curvas de compactação obtidas pelo ensaio de Proctor, foram avaliadas as camadas de 0-15 cm, 15-25 cm e 25-40 cm (Figura 7) e, de acordo com as derivadas da equação de regressão para cada profundidade, na camada de 0-15 cm,

com 39,9% de umidade se alcançaria a maior compactação, que seria de 1,21 g cm⁻³. Para a camada de 15-25 cm, com 37,0% de umidade, seria possível alcançar 1,24 g cm⁻³, e para a camada de 25-40 cm, com 38,5% de umidade, alcançaria 1,26 g cm⁻³.

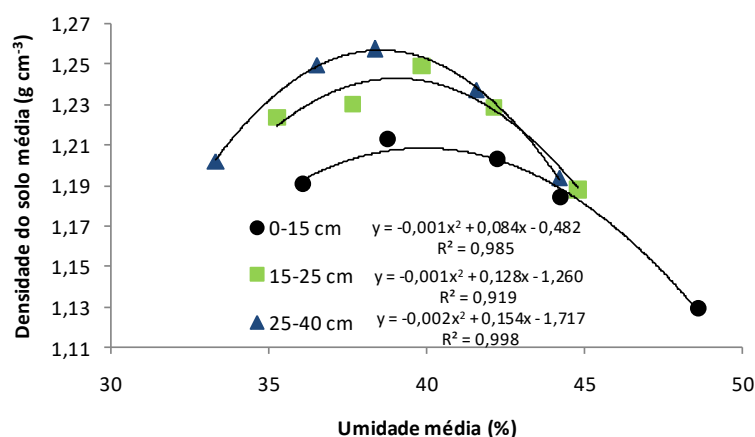


Figura 7. Densidade máxima obtida pelo ensaio de proctor em diferentes camadas de um solo de Candói - PR.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 estão apresentados os dados da densidade máxima obtida e a respectiva umidade para cada classe de profundidade definida nas áreas das três localidades.

Observa-se, em função deste trabalho que os valores de densidade ficaram relativamente baixos, comparados com outros solos, como por exemplo Braida et al. (2006), que avaliando um argissolo vermelho-amarelo e em um nitossolo vermelho encontraram valores de Ds máxima de 1,87 e 1,40 g cm⁻³ à 11 e 28% de umidade respectivamente.

Tabela 1. Resumo densidade máxima em função da umidade em diferentes profundidades para Guarapuava - PR.

Profundidade (cm)	Umidade (%)	Ds máxima (g cm ⁻³)
0-10	42	1,14
10-20	41,6	1,15
20-40	42,1	1,16

Tabela 2. Resumo densidade máxima em função da umidade em diferentes profundidades para Pinhão - PR.

Profundidade (cm)	Umidade (%)	Ds máxima (g cm ⁻³)
0-10	37,4	1,25
10-25	36,4	1,27
25-40	35,6	1,27

Tabela 3. Resumo densidade máxima em função da umidade em diferentes profundidades para Candói - PR

Profundidade (cm)	Umidade (%)	Ds máxima (g cm ⁻³)
0-15	39,9	1,21
15-25	37	1,24
25-40	38,5	1,26

Observa-se também, nos três locais avaliados que o solo da camada mais superior apresenta valores de densidade máxima, obtidas pelo ensaio de Proctor mais baixos e com um teor de água maior. Isto pode estar relacionado com o acúmulo de material orgânico a partir desta camada, visto que os solos estavam sob o sistema de plantio direto, estando de acordo com Kiehl (1979), que um maior teor de matéria orgânica, o solo vai apresentar uma densidade aparente menor, com maior capacidade de retenção de água, essa maior capacidade de retenção de água, correlacionando positivamente com a presença de matéria orgânica (MO) na forma livre, aquela MO que não está ligada à fração mineral.

Para um nível de energia aplicado no solo, quanto maior for o teor de matéria orgânica neste solo, menor vai ser a densidade máxima obtida, e será necessária uma maior quantidade de água. Isto se deve, ao efeito amortecedor da matéria orgânica, que dissipa a energia aplicada, a capacidade de retenção de água, não deixando que a água atue como lubrificante das partículas do solo e o aumento da coesão entre as partículas e a MO, devido à ação das cargas (Aragón et al., 2000 e Zhang et al., 1997).

CONCLUSÃO

Para um nível de energia aplicado no solo, quanto maior for o teor de matéria orgânica neste solo, menor será a densidade máxima e densidade relativa à que ele pode ser submetido. Provavelmente devido à isso, se observou maiores valores de densidade máxima conforme aumentava a profundidade.

Para efeitos práticos de campo, os valores de densidade máxima obtidos, podem servir como uma referência para cálculo da densidade relativa para a região Centro Oeste do Estado de Paraná, sendo que as características de granulometria não se alteram facilmente nessa região até a profundidade que foi trabalhada nesse ensaio, lembrando que o mesmo foi realizado com fins de levantamento, e não de comparação entre os solos das localidades estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, A; García, MG; Filgueira, RR; Pachepsky, YAA. 2000. Maximum compactibility of Argentine soils from the Proctor test; the relationship with organic carbon and water content. *Soil Till. Res.* 56:197- 204.
- Braida, JA; Reichert, JM; Veiga, M; Reinert, DJ. 2006. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. *R. Bras. Ci. Solo* 30:605-614.
- Dias Junior, MS; Pierce, FJ. 1996. O processo de compactação do solo e sua modelagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 20:175-182.
- Kiehl, EJ. Manual de edafologia. 1979. Piracicaba, Ceres. 262 p.
- Klein, V. 2006. A. Densidade relativa: um indicador da qualidade física de um Latossolo Vermelho. *Revista de Ciência Agroveterinária* (5)1:26-32.
- Mentges, MI; Fontanela, E; Reichert JM; Reinert JD; Suzuki, LEAS. 2007. Densidade máxima pelo ensaio de Proctor normal para seis solos em diferentes manejos e sua relação com o teste de compressão uniaxial. *In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, (31, Gramado-RS. 2007). Resúmenes. Gramado, Brasil. 5 p.
- Silva, VR; Reinert, DJ; Reichert, JM. 2002. Fatores controladores da compressibilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico e de um Latossolo Vermelho distrófico típico: II – grau de saturação em água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 26:9-15.
- Zhang, H; Hartge, KH; Ringe, H. 1997. Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:239-245.