

MAPEAMENTO DA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO

C. B. SVERZUT*, E. C. MANTOVANI**, M. L. LINS e SILVA***

Escrito para apresentação no
XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2000
Imperial Othon Palace, Fortaleza – Ceará, 4 a 7 de julho de 2000

RESUMO. Nos últimos 10 anos, a maior parte da expansão da agricultura brasileira ocorreu nas regiões de cerrado do centro oeste. Mesmo que estes solos sejam profundos, com alta porosidade, e conseqüentemente menos suscetível a problemas de compactação, eles tem mostrado, em algumas áreas, problemas devido ao manejo do solo. Mesmo estes solos tendo as características abordadas acima, estas regiões tem sido cultivadas em grandes áreas, com duas culturas por ano. A compactação dos solos é um dos principais problemas dos agricultores que os agricultores tem reclamado, tanto nas áreas de cultura como nas áreas de pastagens. O problema principal é caracterizar grandes áreas em um curto período de tempo. Com uma mapa das áreas compactadas, as profundidades onde o subsolador deve trabalhar, podem ser indicadas. O objetivo deste trabalho foi o de determinar o mapa de resistência a penetração do solo e aplicar as equações obtidas por LINS e SILVA, SVERZUT e DANIEL, 1999, onde é utilizado a resistência à penetração e a umidade do solo para prever a densidade do solo. Com estes resultados, é possível produzir um mapa de densidade do solo. Este trabalho foi realizado na EMBRAPA Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, num Latossolo vermelho escuro dentro de uma área de 38 hectares onde está instalado um pivot central. A cultura de milho implantada foi sob o sistema de plantio direto e utilizou-se 10 hectares desta área, com uma malha de 25x25 m² para as determinações.

PALAVRAS CHAVES: penetrômetro, mapa de densidade do solo, resistência do solo a penetração

SUMMARY. In the last 10 years, the great expansion of brazilian agriculture has been occurring in the Center-West region, more specifically on the Cerrados area. Although these soils are deep, with high porosity and consequently less susceptible to compaction problems, they are showing, in some areas, problems caused by soil management. Even having these characteristics showed above, this region has been cultivated in large areas, with two or three crops/year. Soil compaction is one of many problems farmers are complaining, in many places with crop fields and in the cattle areas. The main problem is the characterization of big areas in a short period of time, with the mapping of the compaction problems and indication of the depths that the subsoiler equipment will work. The objective of this work is to map the soil penetration resistance, and use equations determined by LINS e SILVA, SVERZUT e DANIEL, 1999, where uses the soil penetration resistance and soil moisture to determine soil density. With these results, a map of soil density was produced. With this map one can decide better where compaction problems exist. This work was developed at Embrapa Corn and Sorghum, in Sete Lagoas (Minas Gerais, Brazil), in a Dark Red Latosol (LEd), clayey soil, inside an area of a 38 hectares of a Center Pivot. It has been used corn crop under no-tillage, where the measurements has been taken in a grid of 25x25 m, on 10 hectares.

KEYWORDS: penetrometer, soil density map, soil penetration resistance.

INTRODUÇÃO. Nos últimos anos, a agricultura tem se expandido, principalmente no centro oeste, nas regiões do cerrado. A compactação constitui, nos dias atuais, o maior problema e desafio à conservação de solos; o dilema de produzir intensivamente sem provocar compactação ou danos à estrutura do solo tem sido o tema central de várias discussões. Ano após ano a intensificação das atividades agropecuárias tem aumentando, de forma espantosa, os problemas ambientais de degradação dos solos, rios e de todo o ecossistema em geral. O aumento da produtividade e da área plantada no país tem sido conseguida com a utilização de tratores e máquinas agrícolas cada vez maiores, mais pesadas e mais potentes. Isto, por outro lado, quando as aplicações destas novas tecnologias não é feita com os devidos cuidados e com pessoal treinado, contribui para agravar os danos ao meio e o empobrecimento dos solos cultivados. A utilização de novas tecnologias, que visam intensificar a atividade agrícola, tornou-se imprescindível aos objetivos nacionais de aumentar a produção, baratear o custo dos alimentos e proporcionar ganhos sustentáveis aos produtores. Desta forma a incorporação de novas áreas, a intensificação das atividades agropecuárias e, principalmente, a utilização de máquinas maiores e mais potentes são elementos com os quais a agricultura irá conviver nos próximos anos, cabendo à pesquisa em conservação de solos desenvolver e encontrar soluções aos

* Eng. Agrícola, Prof. As. Dr., UNICAMP, Fac. de Eng. Agrícola. C.P. 6011 – 13083-970 – Campinas – SP.. E-mail: bianor@agr.unicamp.br

** Engenheiro Agrônomo, pesquisador, EMBRAPA – CNPMS.

*** Engenheiro Agrícola, Professor, UNIDERP.

problemas decorrentes destes fatos. A caracterização da camada compactada e do comportamento de compactação, bem como a sua localização no perfil do solo, é fundamental para o planejamento da mecanização, principalmente quando o tema é agricultura de precisão, sendo ponto determinante para a escolha do manejo que economicamente melhor conserve o solo. O índice de cone (I.C.) é uma ferramenta de grande utilidade na caracterização da compactação, desde que utilizado com critério (LINS E SILVA (1994)). O mau uso dos resultados do I.C. pode levar a conclusões erradas e colocar em dúvida a validade de muitos trabalhos acadêmicos e científicos.

OBJETIVOS: Os objetivos do presente trabalho foram o de mapear a resistência do solo a penetração de uma área, fazer os mapas de resistência a penetração desta área e utilizar as equações obtidas por LINS e SILVA, SVERZUT e DANIEL, 1999, para elaborar o mapa de densidade do solo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: A ASAE (1978) recomendou o uso de penetrômetros para a obtenção do índice de cone do solo. A pressão requerida para mover um cone circular com ângulo de 30° através do solo é expressa em libra força por polegada ao quadrado (lbf/pol²), ou quilograma força por centímetro quadrado (kgf/cm²), cuja pressão é um índice de resistência do solo à penetração, comumente chamado índice de cone. Atender aos seguintes propósitos são objetivos da padronização:

- Promover um método comum, para expressar as propriedades mecânicas do solo e facilitar as interpretações e comparações entre os trabalhos produzidos nos diferentes centros de pesquisas;
- Atender a necessidade de comparações de propriedades dos solos, em trabalhos que utilizam diversos tipos e condições de solos;
- Promover um sistema de caracterização de propriedades do solo, no qual pode ser possível estabelecer relações de desempenho e predição de modelos.

A ASAE adverte que as recomendações servem somente como um meio de se medir, descrever e reportar a resistência do solo à penetração, não provendo valores específicos de coesão, ângulo de atrito do solo ou coeficiente de atrito solo - metal. O trabalho de Taylor et al em 1966, apud McKYES (1985), é citado para ilustrar a correlação entre reduções drásticas da penetração de raízes da planta de algodão e o índice de cone. Quatro tipos de solos foram compactados em camadas; os valores dos índices de cone acima de 2 MPa (aproximadamente 20 kgf/cm², que caracterizaram estas camadas compactadas), mostraram-se limitantes ao desenvolvimento do sistema radicular do algodão. GILL e VANDENBERG (1967) comentam o programa de utilização do penetrômetro desenvolvido pelo corpo de engenheiros da estação experimental de Walterways do Exército dos E.U.A., que utilizava um cone de 30° com 0,5 pol² de secção (na parte mais larga do cone). O valor do índice de cone era lido diretamente em um dinamômetro acoplado à haste do penetrômetro. O sistema foi utilizado para prever a trafegabilidade do solo à passagem de 50 veículos. A metodologia consistia em coletar uma amostra não deformada à profundidade de 12 polegadas, determinar seu I.C. e, em seguida, remodelando-se-a com 100 golpes de um martelo, simulando o efeito da passagem de 50 veículos. Nesta nova condição era determinado um novo I.C., chamado remodelado. O produto dos índices de cone (antes e depois de remodelada a amostra) era denominado como I.C. padrão, o qual era comparado com o padrão de índice de cone que um determinado veículo produzia com 50 passadas no solo. Qualquer solo que possuísse um padrão igual ou maior do que o proporcionado por 50 passadas de um veículo qualquer, permitiria trafegabilidade para o veículo em questão. KOOLEN e KUIPERS (1983) listam as seguintes utilizações para o I.C.:

- Avaliação da capacidade de desenvolvimento das raízes das plantas, onde um I.C. de aproximadamente ou maior que 30 bar (30,6 kgf/cm²) impossibilita o desenvolvimento de raízes das plantas, tornando-as mais sensíveis a períodos secos do ano.
 - Avaliação da possibilidade de trânsito de animais em pastagens, sendo que solos que possuem I.C. superior a 7 bar (7,14 kgf/cm²) permitem o trânsito de animais sem risco de atolamento destes;
 - O I.C. também pode ser utilizado para testar a uniformidade da área escolhida para experimentos agrícolas, sendo muito utilizado na aferição da uniformidade do solo em experimentos conduzidos em caixas de solos e laboratórios.
- KOOLEN e KUIPERS (1983), no tópico que trata de desempenho de pneus, relacionado com I.C., dizem que a tentativa para prever certos aspectos do pneu com I.C. deve-se à facilidade em se medir o I.C.. No entanto existem alguns complicadores, como, por exemplo, as modificações das propriedades do solo com a passagem dos pneus dos veículos. Por causa disto, muitas vezes o escopo de utilização dos modelos com I.C. são restritos a solos compactados. Uma forma de se atenuar o problema e validar os modelos, mesmo quando há variação das propriedades dos solos, é a utilização do I.C. padrão originalmente utilizado em Waterways em 1948, apud KOOLEN e KUIPERS (1983). As aplicações mais grosseiras para quantificar o desempenho dos pneus. Determinam

o critério de trafegabilidade ou não trafegabilidade, com um veículo em uma determinada condição do solo. Os modelos empíricos mais complexos e que normalmente são descritos através de fórmulas levam em considerações outros aspectos, como tamanho dos pneus, cargas verticais aplicadas e pressão de insuflagem. PERUMPRAL (1987) diz que os penetrômetros vêm sendo utilizados em grande escala em diversas aplicações, cuja popularidade pode ser atribuída às seguintes razões: a) Utilização fácil, rápida e barata; b) Fácil análise dos dados obtidos; c) É uma excelente ferramenta de pesquisa quando é impossível a obtenção de amostras indeformadas do solo. As principais utilizações são a obtenção da dureza do solo, determinação de trafegabilidade de terrenos, resistência à penetração de raízes e seu desenvolvimento e determinação de camadas compactadas. Segundo o autor, devido aos problemas estudados e às variações de condições do solo, a engenharia está desenvolvendo uma grande variedade de equipamentos e procedimentos de trabalho. OHMIYA et al (1993) desenvolveram um sistema para mapear a resistência do cone e a sua distribuição espacial nas três dimensões (nas coordenadas x-y-z) do solo. Os dados foram coletados no campo, compondo uma malha com distância de amostragem de 1,5 x 2 m, a uma profundidade de até 0,6 m. O “software” utilizado para compor o sistema de coordenadas permite realizar análises em duas e três dimensões, facilitando o estudo da compactação do solo em condições de campo.

METODOLOGIA: Com o auxílio de um penetrógrafo eletrônico, foi mapeada uma área de Latossolo Vermelho Escuro da Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas, MG. A área total (38 ha) estava plantada com milho através do sistema de plantio direto. Desta área foram utilizados 10 ha para fazer a aquisição de dados. A aquisição de dados foi realizado em uma malha de 25 x 25 m², sendo que em cada ponto eram realizadas três penetrações no solo, a saber, uma na entrelinha onde passou a roda do trator que acionava o penetrógrafo, outra na linha da cultura e a última na entrelinha da cultura. Estes dados de resistência a penetração foram obtidos até a profundidade de 50 cm. Em cada ponto onde eram obtidos os dados de resistência do solo a penetração, eram retiradas amostras de solo para a obtenção da umidade do solo. Estas amostras eram retiradas de 10 a 15 cm, de 25 a 30 e de 45 a 50 cm de profundidade. Os dados foram tratados e tabulados. Mapas das resistências do solo a penetração foram elaborados e foi então calculado a densidade do solo. Com estes dados foi possível a obtenção do mapa de densidade do solo.

RESULTADOS: Com as equações obtidas por LINS e SILVA, SVERZUT e DANIEL, 1999, foi possível elaborar um mapa da densidade do solo em várias profundidades. Deve-se salientar que os dados foram retirados com uma umidade do solo bastante elevada, que de acordo com LINS e SILVA, et. al. 1999, pequenas variações nos valores de resistência do solo a penetração, correspondem a grandes variações da densidade do solo. Portanto foi possível visualizar a variação da densidade do solo, pois somente com os valores de resistência do solo a penetração não é possível comparar dois locais onde a umidade do solo é diferente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, ASAE R313.1. St. Joseph, Michigan, EUA : Agricultural Engineers Yearbook os Standards, 2 p., 1978.
- GILL, W. R., VANDENBERG, G. E. Soil dynamics in tillage and traction. Whashington : U.S. Department of Agriculture, 1967. 511 p.
- KOOLEN, A. J., KUIPERS, H. Agricultural soil mechanics. Germany : Springer-Verlag, 1983. 243 p.
- LINS E SILVA, Manfredo Luiz. Influência da densidade e do teor de água do solo no índice de cone de um latossolo Vermelho Escuro. Campinas : UNICAMP, 1994. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1994.
- LINS E SILVA, M. L., SVERZUT, C. B., MANTOVANI, E. C. Desenvolvimento e utilização de um penetrógrafo hidráulico com aquisição eletrônica de dados. Viçosa, Minas Gerais : SBEA, 1995. 27 p., paper n. 95-4-305.
- LINS E SILVA, M. L., SVERZUT, C. B., DANIEL, L. A. Modelos matemáticos para determinação de densidade do solo em função de índice de cone e umidade do solo. Pelotas, RS: SBEA, 1999. 5p.
- McKYES, E. Soil cutting and tillage. Netherlands : Elsevier Science Publishers B. V., 1985. 216 p. Developments in Agricultural Engineering, vol. 7.
- OHMIYA, K., NOGUCHI, N., TERAOKA, H. Cone resistance measuring system for generating cone resistance distribution map. Journal of Terramechanics, London, v. 30, n. 3, p. 181-190, 1993.
- PERUMPRAL, J. V. Cone penetrometer applications - A review. Transactions of the ASAE, St. Joseph, MI, v. 30, n. 4, p. 939-944, 1987.