

SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA FILTRAGEM DE DADOS UTILIZADOS COM PENETRÔMETRO DE PLACA NA DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO DO SOLO.

JULIANO R. LAMB¹, JOAQUIM O. PEREIRA², JOÃO C. BRACARENSE³, SUEDEMIO DE LIMA SILVA⁴, ROGER N. MICHELS⁵.

¹ Bacharel em Sistemas de Informação, Mestrando em Engenharia Agrícola – UNIOESTE, Cascavel/PR, juliano@x87.eti.br

² Prof. Dr. do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola – UNIOESTE, Cascavel/PR.

³ Prof. Dr. do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIOESTE, Cascavel/PR.

⁴ Prof. Dr. do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola – UNIOESTE, Cascavel/PR.

⁵ Tecnólogo em Eletromecânica, Mestrando em Engenharia Agrícola – UNIOESTE, Cascavel/PR.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: A compactação do solo é um fenômeno danoso ao setor agrícola por alterar suas propriedades físico/químicas, influenciando negativamente na produtividade. A utilização de equipamentos – como o penetrômetro de placa – com a finalidade de quantificar os níveis de compactação do solo pretende fornecer um maior número de informações no controle deste fenômeno. Com o auxílio de um sistema de informação foi possível desenvolver um protótipo capaz de ler todos os dados oriundos de um ensaio com o penetrômetro e rapidamente realizar uma filtragem padronizada dos dados, mediante parâmetros pré-determinados, permitindo também a imediata construção das curvas de compressão desejadas. A análise, realizada em campo, dispensa assim, procedimentos laboratoriais permitindo maior agilidade na tomada de decisões ao agricultor, quanto à correta utilização do maquinário disponível. O desenvolvimento do *software* permitiu verificar a eficiência do penetrômetro de placa na determinação da compactação do solo, através de pressões uniaxiais e reforçar que o tráfego excessivo realizado no campo, é uma das principais causas da compactação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: compressão uniaxial, computação, ensaios em campo.

INFORMATION SYSTEM FOR DATA FILTERING USED WITH PENETROMETER OF PLATE IN THE DETERMINATION OF SOIL COMPACTION.

ABSTRACT: The compacting of the soil is a harmful phenomenon to the agricultural sector for modifying its physics/chemistries property, causing influence negative on the productivity. The equipment used – as penetrometer of plate – with the purpose to quantify the levels of compacting of the soil, intends to supply a lot of information in the control of this phenomenon. With the helping of an information system, can be developed a prototype able to read all the data deriving of an assay with penetrometer and quickly to carry out a standardized filtering of the data, by determinated parameters before tests, also allowing the immediate construction of the desired compression lines. The analysis, carried through “in situ”, thus excusing, procedures laboratories allows to greater agility in the taking of decisions to the agriculturist, how much the correct use of the available machine. The development of *software* was able to prove the efficiency of penetrometer of plate in the determination of soil

compaction, through uniaxiais pressures and to strengthen that the carried through extreme traffic “in situ”, is one of the main causes of soil compaction.

KEYWORDS: uniaxial compression, computation, tests “in situ”.

INTRODUÇÃO: As causas da compactação do solo estão relacionadas desde a ocorrência de fenômenos naturais, como chuvas e/ou ventos fortes; ao mal dimensionamento de máquinas e implementos agrícolas e; tráfego excessivo de máquinas durante as atividades de manutenção das plantas. Essa ocupação desordenada do solo pode gerar uma rápida e contínua degradação (Soane & Van Ouwerkerk, 1994; Dawidowski et al, 2001; Prado et al, 2002). Observa-se que o correto dimensionamento de máquinas e implementos agrícolas, de modo que estes exerçam sobre o solo pressões inferiores à capacidade de suporte do solo, resulta em uma menor compactação do solo (Dawidowski & Koolen, 1994). O penetrômetro de placa, utilizado em ensaios de campo, é uma ferramenta que permite a visualização do comportamento do solo mediante diferentes níveis de tráfego. No entanto, seus resultados são condicionados ao ambiente de realização da pesquisa (Dawidowski et al, 2001). Verifica-se por parte dos produtores necessidade de aplicação da tecnologia de informação para dar suporte aos sistemas de produção em tempo real (Canillas & Salokhe, 2002) já que um grande número de variáveis está presente nesse processo de interação solo-máquina, de modo a dificultar a tomada de decisões por parte de agricultores (O'Sullivan & Henshall & Dickson, 1999). A presença de um grande número de registros em um experimento torna trabalhosa sua análise, conforme Dawidowski & Koolen (1994), que sugerem a redução do número de registros com um mecanismo de filtragem, embasado em diferenças finitas. Desta forma, torna-se indispensável o uso de uma ferramenta computacional, como um *software* de banco de dados, que amplia a capacidade de organizar os dados armazenados no computador, oferecendo muitos modos diferentes de procurar fatos específicos.

MATERIAIS E MÉTODOS: A codificação do sistema de informação aqui proposto utilizou de um microcomputador equipado com um sistema operacional *Windows* da *Microsoft* e do ambiente de desenvolvimento *Borland Delphi*, visto sua facilidade de operação e suporte a orientação a objetos, além de permitir o desenvolvimento utilizando o modelo *3Tier*. As dificuldades observadas na conexão do ambiente de desenvolvimento com o banco de dados foram superadas com a instalação do componente *opensource Zeos*, já que a versão *Standard* do *Delphi 3* não apresenta nenhum componente de conexão nativa para o banco de dados selecionado. Para a persistência dos dados optou-se pelo modelo relacional, utilizando-se do *Firebird* versão 1.5 dispensando assim, custos com a aquisição de um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD). Na criação de consultas e acesso direto ao banco utilizou-se da versão *freeware* do *software IBExpert*, produzido pela *HK-Software*. A utilização das metodologias orientada a objetos e *3Tier* proporciona maior flexibilidade ao programador, tanto na economia de código, como na facilidade em uma mudança de linguagem de desenvolvimento ou do banco de dados. Os ensaios de compactação do solo foram realizados no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola – NEEA, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, localizado geograficamente com coordenadas 24°48' de latitude sul e 53°26' de longitude oeste com altitude média de 760 metros. O solo local é classificado como *latossolo vermelho distroférico típico* (EMBRAPA, 1999). Utilizou-se durante o ensaio, um trator 4x2 Aux, Marca Ford, Série 7630, cujo penetrômetro de placa é acoplado na parte traseira. O penetrômetro conta com um sensor de deslocamento responsável pela leitura da deformação do solo e, de uma célula de carga, capaz de informar a carga aplicada no solo. Ambos os sensores estão ligados a um mecanismo de aquisição de dados *Micrologger cr510* programado para efetuar leituras a uma taxa de quatro leituras por segundo. Os dados obtidos são transferidos a um microcomputador através de uma interface serial e com o auxílio do *software* apropriado. Durante os ensaios de compactação uma carga inicial é exercida por aproximadamente trinta segundos sobre o solo, após esse período tem-se o recolhimento do pistão e aumento da próxima carga a ser aplicada, até a capacidade máxima de pressão do cilindro utilizado. Para cada grupo de dados o algoritmo de filtragem utilizado no *software* encontra a média da

pressão exercida durante o período de compactação, deformações máxima e mínima e, a diferença entre essas deformações correspondente à deformação do solo para a pressão exercida. Essa deformação é corrigida face à tendência de levantamento da parte traseira do trator durante o ensaio de compactação. Os valores já corrigidos vão sendo acumulados a cada nova carga para posterior plotagem da curva de compactação do solo. O protótipo desenvolvido conta com dois módulos, um de leitura e outro de filtragem dos dados. O primeiro realiza a leitura do arquivo de dados proveniente do mecanismo de aquisição de dados, identifica o número de tratamentos presentes no experimento e armazena as informações no banco de dados. Cada tratamento corresponde a uma repetição de dados, com um mesmo número de passadas efetuadas pelo trator, a fim de simular o tráfego. O segundo módulo permite a seleção do experimento já existente no banco de dados e realiza a filtragem de dados calculando as variáveis pertinentes à construção da curva de compressão, conforme o algoritmo de filtragem já descrito. Este módulo permite, a emissão de relatórios contendo os dados filtrados para posterior impressão, a exportação dos dados para um editor de planilhas como o *Microsoft Excel* e, a construção da curva de compressão do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: A utilização do ambiente de programação *Delphi* permite um *design* de janelas, ergonomicamente correto, que tenham seus componentes bem distribuídos e ao mesmo tempo de fácil acesso e utilização por parte do operador. O *software* desenvolvido apresenta uma interface simples quanto à operacionabilidade para o usuário e em qualquer momento ele poderá acessar o arquivo de ajuda contendo maiores informações sobre a funcionalidade dos componentes existentes.

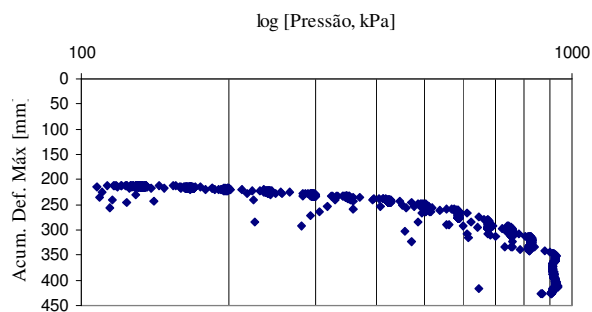


Figura 1 - Comportamento dos dados sem nenhum mecanismo de filtragem

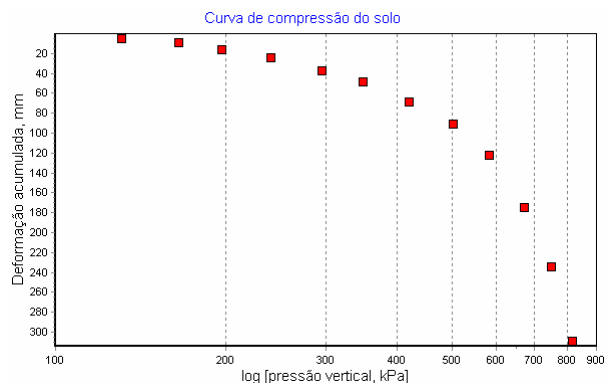


Figura 2 - Comportamento dos dados após aplicação do mecanismo de filtragem

O comportamento dos dados obtidos diretamente pelo mecanismo de aquisição de dados, pode ser verificado na Figura 1. Nestes, existe apenas o valor da pressão para a carga aplicada, sem considerar as deformações máximas para cada carga, a altura do equipamento em relação ao solo e o erro obtido com a deflexão dos pneus, ou qualquer outra variável. Pode-se verificar uma tendência no comportamento dos dados, mas a grande quantidade de pontos, bem como a presença de alguns pontos discrepantes impede uma maior análise. Tais pontos discrepantes podem ser obtidos de maneira irregular durante o acionamento do pistão hidráulico, ou durante a aquisição com a presença de algum anteparo que possa fornecer uma deformação inválida para aquele registro. Após a filtragem padronizada dos dados, obtém-se a curva gráfica representada na Figura 2. Este gráfico pode ser transferido diretamente para outro programa a partir do *software* desenvolvido, sem necessidade de outro programa para criação ou manipulação de gráficos. Estes dados permitem a visualização do comportamento do solo frente a diferentes cargas aplicadas, através da acumulação da deformação máxima obtida. Observa-se que o sistema permite ainda, a seleção de cenários conforme a necessidade do usuário, podendo-se assim, visualizar vários gráficos simultaneamente. Para cada linha de compactação pode-se traçar, de modo visual, o ponto de pré-consolidação. O componente de acesso *Zeos* permitiu agilidade na codificação das classes de acesso ao banco no ambiente *Delphi*. O banco de dados utilizado demonstrou eficiência e segurança na armazenagem dos dados. O SGBD escolhido, além das vantagens financeiras na isenção de licenças, apresenta vantagens frente a muitos existentes

no mercado, principalmente pela possibilidade de armazenamento de milhares de registros sem maiores problemas garantindo a integridade dos dados e a independência de qualquer outro programa. O *software* uma vez instalado, com o respectivo SGBD, não requer o uso de nenhum outro aplicativo adicional para manipulação dos dados. A construção das curvas de compressão permite ao usuário a realização de ensaios de compactação que têm seus dados importados pelo programa possibilitando a imediata constatação do nível de compactação apresentado pelo solo. Estes ensaios podem ser realizados em qualquer tipo de solo, mediante qualquer condição de compactação, tendo seu resultado processado imediatamente pelo sistema de informação tendo unicamente como fator limitante a capacidade técnica dos usuários. A agilidade proporcionada na análise do estado de compactação do solo auxilia na tomada de decisões no preparo deste solo, diminuindo o número de ensaios laboratoriais com o mesmo intuito, ensaios estes que demandam tempo podendo comprometer o processo de preparação do solo. A determinação do ponto de pré-consolidação de maneira gráfica com alguns *cliques* do *mouse* permite a visualização da capacidade de suporte do solo com as respectivas retas virgem e de compressão secundária e suas equações, para qualquer ensaio realizado, auxiliando no dimensionamento de máquinas e implementos de modo a não danificar a estrutura do solo.

CONCLUSÕES: Pelos resultados obtidos nos ensaios realizados, conclui-se que o desenvolvimento de um sistema de informação pode auxiliar na determinação dos índices de compactação do solo. Com os dados resultantes do *software* verificou-se que a compactação do solo aumenta com o tráfego de máquinas nas operações do campo e, que quando não bem planejadas, essas podem gerar um efeito contrário ao esperado, prejudicando a estrutura do solo e conseqüentemente à cultura existente. O penetrômetro de placa demonstrou-se uma ferramenta eficiente, capaz de produzir resultados sem a necessidade de equipamentos laboratoriais no que se refere à deformação do solo produzida por uma pressão uniaxial. O *software* desenvolvido demonstrou eficiência e precisão na filtragem dos dados recebidos, sendo capaz de determinar as curvas de compactação do solo e o ponto de pré-consolidação mediante ensaios de compressões uniaxiais com o penetrômetro de placa em qualquer tipo de solo, independente do nível de compactação existente.

REFERÊNCIAS:

CANILLAS, C.E.; SALOKHE, V.M. **A decision support system for assessment in agricultural soils.** Soil & Tillage Research, v. 65, p. 221-230, 2002.

DAWIDOWSKI, J.B, MORRISON JUNIOR, J.E.; SNIEG, M. **Measurement of soil layer strength with plate sinkage and uniaxial confined methods.** Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. v. 44, n. 5, p. 1059-1064, 2001.

DAWIDOWSKI, J.B. & KOOLEN, A.J. Computerized determination of the preconsolidation stress in compaction testing of field core samples. Soil and Tillage Research, v. 31, p. 277-282, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

O'SULLIVAN M.F.; HENSHALL J.K.; DICKSON J.W. **A simplified method for estimating soil compaction.** Soil & Tillage Research, v. 49, p. 325-335, 1999.

PRADO, R.M.; ROQUE, C.G.; SOUZA, Z.M. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 37, n. 12, p. 1795-1801, dez. 2002.

SOANE, B.D. & VAN OUWERKERK, C. **Soil compaction problems in World agriculture.** In: edit. SOANE, B.D. & VAN OUWERKERK, C Soil Compaction in Crop production. Developments in Agricultural Engineering 11, Elsevier, 1994, 662 p.