

Comparação da resistência à penetração em tanque de solo através de um penetrômetro elétrico-eletrônico entre pneus BPAF (baixa pressão e alta flutuação) e diagonal

Fabício Leite¹, João Eduardo Guarnetti dos Santos² e Kléber Pereira Lanças³

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM/CAU, Curso de Agronomia. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.

²Universidade Estadual Paulista – UNESP/FEB, Departamento de Engenharia Mecânica, Bauru, SP.

³Universidade Estadual Paulista – UNESP/FCA, Departamento de Engenharia Rural, Botucatu, SP.

fleite2@uem.br, guarnetti@feb.unesp.br, kplancas@fca.unesp.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo comparar a resistência do solo à penetração através de um penetrômetro elétrico-eletrônico de dois pneus agrícolas em um tanque de solo, sendo um pneu Diagonal e o outro pneu de Baixa Pressão e Alta Flutuação. Foi imposta uma força normal pneu/solo de 2,0 kN, onde o solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico, de textura arenosa média pertencente a uma área experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, Campus de Botucatu/SP, este solo estava com teor de água de 0,123 kg.kg.⁻¹ e densidade 1,30 kg.dm⁻³. A maior resistência do solo à penetração detectada pelo penetrômetro elétrico-eletrônico foi de 1784 kPa para o pneu Diagonal enquanto que o pneu Baixa Pressão e Alta Flutuação (BPAF) apresentou uma resistência do solo à penetração de 1210,08 kPa na profundidade de 18 cm, mostrando assim que devido à sua pequena área de contato pneu/solo e à sua pressão de inflação o pneu Diagonal compactou mais do que pneu BPAF.

Palavras-chave: compactação, pneus agrícolas, física do solo.

Comparison of the resistance to the penetration in soil bin through an electric-electronic penetrometer among tires of low pressure is high flotation it is diagonal

Abstract: The present work had as objective to compare the resistance of the soil to the penetration through an electric-electronic penetrometer of two agricultural tires in a soil bin, being a Diagonal tire and the other tire of Low Pressure and High Flotation. A force normal tyre/soil of 2,0 kN was imposed, where the used soil was a Latossolo Red distrófico, of medium sandy texture belonging to an experimental area of the Faculdad of Agronomic Sciences - UNESP, Campus of Botucatu/SP, this soil was with text of water of 0,123 kg.kg. - 1 and density 1,30 kg.dm-3. The largest resistance of the soil to the penetration detected by the electric-electronic penetrometer went of 1784 kPa to the Diagonal tire while the tire Low Pressure and High Flotation (BPAF) it presented a resistance of the soil to the penetration of 1210,08 kPa in the depth of 18 cm, showing as soon as due to its small area of contact tyre/soil and to its inflation pressure the Diagonal tire compacted BPAF more than tire.

Keywords: compaction, tyre agriculture, soil physical.

Introdução

Nos últimos anos a utilização de máquinas agrícolas têm aumentando bastante, assim como também, estas mesmas tem-se tornado mais potentes e conseqüentemente mais pesadas, alterando assim as propriedades físicas do solo, chamando a atenção de inúmeros pesquisadores, pois, estas alterações influenciam significativamente no desenvolvimento das plantas, principalmente a compactação do solo.

De acordo com Dias Júnior (1996), a compactação aumenta a densidade do solo e a sua resistência mecânica, diminuindo a porosidade total, tamanho e continuidade dos poros, principalmente no volume dos macroporos, enquanto os microporos permanecem teoricamente inalterados.

O fenômeno da compactação pode ser avaliado sob dois pontos de vista: estático e dinâmico. Segundo Gill e Vanden Berg (1967), uma característica dinâmica do solo é aquela que se revela como resposta à aplicação de uma força enquanto que uma característica estática independe desse fator. Portanto, a avaliação da compactação poderá utilizar como critério de medida a resistência oferecida à penetração como resposta à ação de uma força ou, a relação entre massa e volume.

De acordo com Maziero (1993), o tráfego de pneus em solos agrícolas difere radicalmente do tráfego em rodovias. Somente em circunstâncias excepcionais, o solo agrícola apresenta resistência à cargas aplicadas por pneus sem exceder o limite elástico e deformar-se permanentemente. A forma e a extensão dessas deformações dependem, sobretudo, das propriedades físicas do solo e do pneu. O autor ainda comenta que, em estudos da compactação do solo induzidas por patinagem da roda motriz de um trator agrícola que, colocando-se a compactação inicial do solo como nível de referência, e fazendo-se a comparação dos incrementos relativos observados no índice de cone, verifica-se um aumento progressivo do efeito compactante com o aumento da patinagem. O autor acrescenta que, o aumento de carga no rodado propulsor em razão do aumento de carga na barra de tração aparentemente não influencia na compactação causada pelos diversos tratamentos, visto que teoricamente a pressão causada sobre o solo manteve-se praticamente igual entre eles.

Conforme Mazetto e Lanças (2003) o pneu diagonal é aquele cuja carcaça é constituída de lonas, onde os fios dispostos de talão a talão são colocados em ângulos cruzados, uma lona em relação à outra, menores que 90^0 . Já o pneu Baixa Pressão e Alta Flutuação (BPAF) apresenta características mistas do pneu radial e diagonal, isto é, a carcaça é constituída de uma ou mais lonas, cujos fios dispostos de talão a talão são colocados a 90^0 e

em ângulos cruzados menores que 90^0 , uma lona em relação à outra, permitindo maior reforço e resistência nos flancos e na banda de rodagem do pneu.

A resistência à penetração é um indicador intermediário da compactação, não sendo uma medição física direta das condições do solo, uma vez que seu valor é variável em função de outros fatores, principalmente do teor de água e do tipo de solo (LANÇAS, 1996a).

De acordo com Lanças (2000), é possível realizar comparações da resistência à penetração do solo em mesmo local, mas em épocas diferentes, porém com o solo na mesma condição de teor de água, tal como na avaliação da evolução da compactação num mesmo local ao longo do tempo. O mesmo autor comenta que a utilização de penetrômetros ou penetrógrafos manuais, além de estar limitada ao esforço máximo que uma pessoa pode fornecer, não garante velocidade constante de penetração, pois dificilmente o operador terá sensibilidade o suficiente para variar instantaneamente a força aplicada em função das variações naturais de resistência do solo ao longo do perfil desejado.

Leite (2004) projetou, desenvolveu e avaliou um penetrômetro elétrico-eletrônico para uso em tanques de solo, onde obteve uma correlação positiva e significativa a 1% de probabilidade com um coeficiente de correlação de 93,8% entre o aparelho desenvolvido e um penetrógrafo manual. O mesmo operou de maneira satisfatória e rápida (entre 16 e 19 segundos por amostra).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi comparar a resistência do solo à penetração entre pneu BPAF (baixa pressão e alta flutuação) e pneu diagonal em um tanque de solo, utilizando um penetrômetro elétrico-eletrônico.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado com amostras de um Latossolo Vermelho distrófico, de textura arenosa média pertencente a uma área experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, Campus de Botucatu/SP. Estas amostras de solo foram acondicionadas em um tanque de solo em 4 camadas de 10 cm cada com teor de água de $0,123 \text{ kg.kg}^{-1}$ e densidade $1,30 \text{ kg.dm}^{-3}$. Para efetuar a compactação foi aplicada uma força normal de 2,0 kN ao tanque de solo através de um Prensa Hidráulica pertencente ao NEMPA (Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agrícolas), para aplicar esta força normal foram utilizados dois tipos de pneus agrícolas: pneu Diagonal 23.1-30 inflado com pressão de inflação de 194,70 kPa (20 psi) e pneu de Baixa Pressão e Alta Flutuação 660/60-38 14 PR inflado com pressão de inflação de 97,35 kPa (10psi). A resistência do solo à penetração foi determinada por um penetrômetro elétrico-eletrônico desenvolvido por Leite (2004), o qual

alojava-se e movimentava sobre o tanque de solo no sentido longitudinal e transversal permitindo assim coletar os valores de resistência do solo à penetração em qualquer local do tanque. Para a aquisição destes valores de resistência do solo à penetração foi utilizado um sistema de aquisição de dados modelo CR23X Micrologger, o qual comunicava-se com um microcomputador via interface serial RS232-C utilizando o sistema computacional PC208W, para a transferência de programas e dados. A comparação dos valores de resistência do solo à penetração entre o pneus Diagonal e BPAF, foram obtidas de 6 perfurações dentro da área de contato pneu/solo (3 na garra e 3 fora da garra do pneu) e 6 externas a esta. As determinações com o penetrômetro elétrico-eletrônico foram feitas a uma velocidade de penetração uniforme conforme proposta pela norma ASAE S313.2 (1997). Os dados de força e profundidade foram registrados pelo micrologger e posteriormente tabulados em uma planilha eletrônica Excell.

Resultados e Discussão

Analizando a Figura 1, onde as linhas de resistência do solo à penetração foram coletadas fora da área de contato pneu/solo, pode-se observar que o comportamento dos pneus não se diferem entre si mostrando ainda as camadas de solo que foram colocadas no tanque são diferenciadas a cada 10 cm por um pico de resistência do solo à penetração ao longo do tanque, onde as camadas mais profundas sofrem maiores graus de compactação pela própria acomodação natural do solo. Este mesmo comportamento foi observado por Leite (2004), porém a diferença no teste foi entre equipamentos, sendo um penetrógrafo manual e outro penetrômetro elétrico-eletrônico.

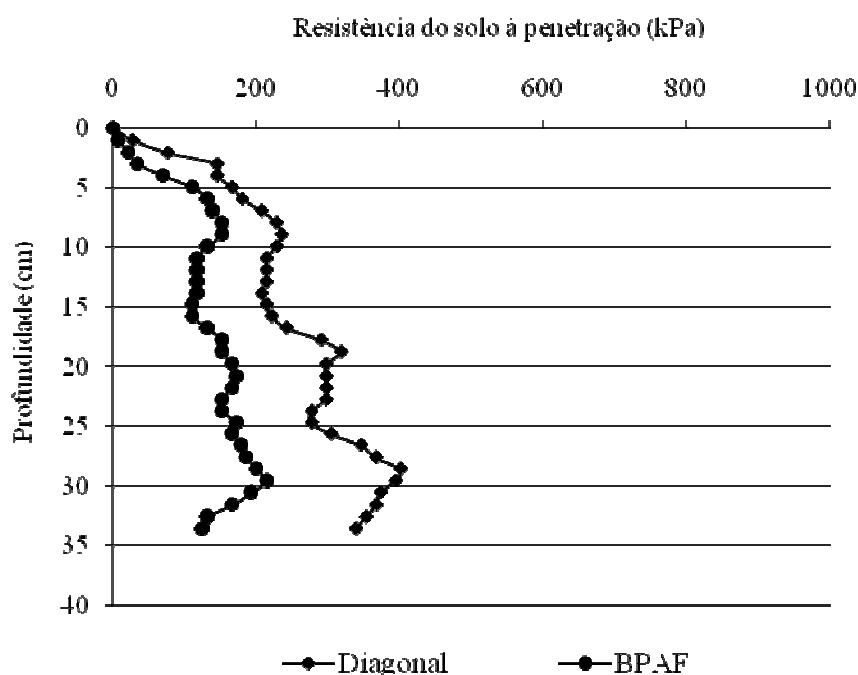


Figura 1 – Comparação da resistência do solo à penetração entre pneu Diagonal e pneu de Baixa Pressão e Alta Flutuação fora da área de contato pneu/solo.

Observando a Figura 2 a maior resistência do solo à penetração para o pneu Diagonal foi de 1646,51 kPa à 16 cm em relação ao nível do solo, enquanto que para o pneu BPAF apresentou na mesma profundidade uma resistência do solo à penetração de 1099,23 kPa. Porém, para o pneu BPAF a maior resistência do solo à penetração foi 1251 kPa à 25 cm de profundidade. Estes valores foram obtidos na área de contato pneu/solo mas fora da garra do pneu, mostrando assim como já dito por Lanças (1996), onde o autor comenta que em termos operacionais os pneus diagonais apresentam um problema crucial que é a necessidade de inflação com pressões relativamente altas (150 a 200 kPa) que produzem uma pequena área de contato com o solo, resultando em menor tração útil e maior compactação do solo. Entretanto, os pneus de alta flutuação e baixa pressão apresentam grandes áreas de contato com o solo devido a grande largura da seção, o alto volume de ar, a constituição das carcaças e flancos com maior flexibilidade e, principalmente, a possibilidade de utilizar pressões de inflação muito baixas (40 a 50 kPa, ou seja, 6 a 7 psi).

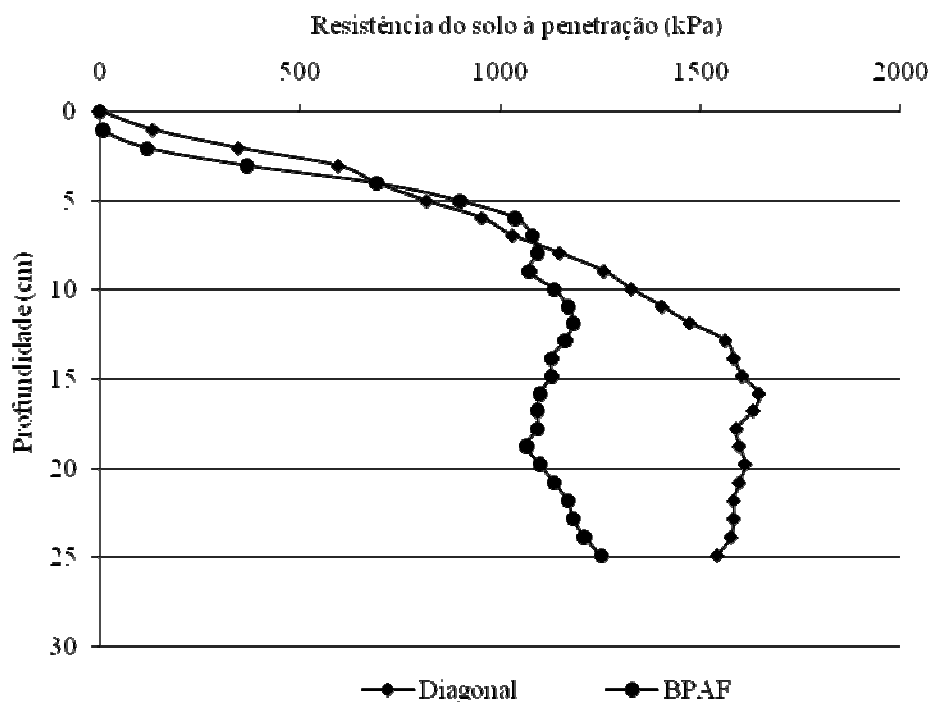


Figura 2 – Comparação da resistência do solo à penetração entre pneu Diagonal e pneu de Baixa Pressão e Alta Flutuação dentro da área de contato pneu/solo e fora da garra do pneu.

A comparação entre os pneus na área de contato pneu/solo na garra no pneu, conforme Figura 3, como já era de se esperar apresentou as maiores resistências do solo à penetração para ambos pneus tanto o Diagonal quanto o BPAF, 1784,49 e 1210,08 kPa respectivamente à 18 cm. Leite (2004) comparando um penetrômetro elétrico-eletrônico com um penetrógrafo manual, trabalhando com pneu Diagonal 23.1-30 e pressão de inflação de 194,7 kPa (20 psi) e aplicando uma força normal pneu/solo de 2,0 kN obteve uma resistência do solo à penetração com penetrômetro elétrico-eletrônico de 2944,96 kPa. Em todas as situações a resistência do solo à penetração foi maior para o pneu Diagonal, isto se deve ao fato de o pneu Diagonal por ter menor área de contato com o solo e porque pneu de Baixa Pressão e Alta Flutuação necessita de menos pressão de inflação o qual neste trabalho estava com 97,35 kPa (10 psi). O penetrômetro elétrico-eletrônico mostrou também sensibilidade suficiente em diferenciar os pneus pesquisados.

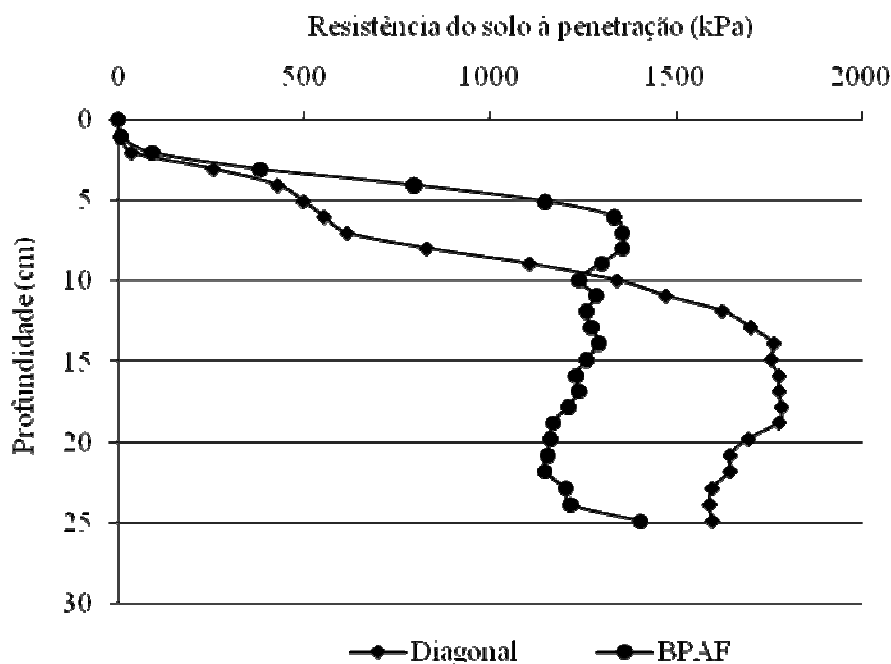


Figura 3 – Comparação da resistência do solo à penetração entre pneu Diagonal e pneu de Baixa Pressão e Alta Flutuação dentro da área de contato pneu/solo e na garra do pneu.

Conclusão

A comparação entre os pneus Diagonal e Baixa Pressão e Alta Flutuação mostrou que quando avaliados fora da área de contato pneu/solo a resistência do solo foi baixa, mas detectou diferenças das camadas colocadas no tanque a cada 10 cm em profundidade.

A maior resistência do solo à penetração detectada pelo penetrômetro elétrico-eletrônico foi para o pneu Diagonal enquanto que o pneu Baixa Pressão e Alta Flutuação (BPAF) apresentou uma resistência do solo à penetração menor, mostrando assim que devido à sua pequena área de contato pneu/solo e à sua pressão de inflação maior o pneu Diagonal compactou mais do que pneu BPAF.

Referências

ASAE S313.2. **Soil Cone Penetrometer**. Standards Engineering Practices Data, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, EUA, 978 p., 1997.

DIAS JÚNIOR, M.S. **Física do Solo**. Lavras: UFLA/Departamento de Física do Solo, 1996. 168 p.

GILL, W.R., VANDEN BERG, G.E. **Soil dynamics in tillage and traction**. Washington: USDA, 1967, 511 p.

LANÇAS, K.P. **A compactação do solo agrícola**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1996a. 23 p.

LANÇAS, K.P. **Desempenho operacional de pneus radiais em função da pressão de inflação, da lastragem e do deslizamento das rodas de tratores agrícolas**. 1996, 170p. Tese (Livre Docência na disciplina de Mecânica Aplicada do Departamento de Engenharia Rural) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

LANÇAS, K.P. Diagnóstico e controle localizado da compactação do solo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO AGRONEGÓCIO DO ALGODÃO/SEMINÁRIO ESTADUAL DA CULTURA DO ALGODÃO, 5. 2000, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, p. 25-32.

LEITE, F. **Projeto, desenvolvimento e avaliação de um penetrômetro elétrico-eletrônico para uso em tanques de solo**. 2004, 88p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MAZETTO, F.R e LANÇAS, K.P. Avaliação de pneus e compactação. **Cultivar Máquinas**. Ed. Cultivar. Ano III, n. 22, jul/ago 2003.

MAZIERO, J.V.G. **Compactação do solo por patinagem da roda motriz de um trator agrícola**. 1993, 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

Recebido em: 15/10/2009

Aceito para publicação em: 01/02/2010