

DESEMPENHO OPERACIONAL DE DIFERENTES TIPOS DE PENETRÔMETROS

ISRAEL LIMA DOS SANTOS¹ THIAGO MARTINS MACHADO² RONAN SAUER BUENO³
ADELINA VITÓRIA SERVELHERE DE REZENDE⁴ ÉTORE FRANCISCO REYNALDO⁵

¹ Eng^o Agrícola e Ambiental, Graduando, ICAA, UFMT, Sinop – MT, Fone: (66) 99659-9384, israellimadossantos@outlook.com.

² Eng^o Agrícola, Professor Dr. ICAA, UFMT, Sinop – MT.

^{3,4} Eng^o Agrícola e Ambiental, Graduando, ICAA, UFMT, Sinop – MT.

⁵ Agrônomo, Monsanto, Uberlândia – MG

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de Julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió – AL, Brasil.

RESUMO: A compactação do solo é um dos fatores que reduzem a produtividade das plantas, causando prejuízos. Os valores de compactação do solo podem ser obtidos por meio de equipamentos que medem a resistência a penetração do solo pelo o estudo da penetrometria, chamados de penetrômetros. Sendo o objetivo do trabalho avaliar diferentes penetrômetros em relação a capacidade operacional e eficiência para a determinação da resistência a penetração do solo RP, em três diferentes tamanhos de áreas em diferentes frequências de coleta de amostragem. Os equipamentos utilizados foram dois penetrômetros, um da marca “Falker®” modelo PLG 1020 penetroLOG (Manual) e outro da marca DLG, modelo PNT 2000 (Automático) que permite velocidade de penetração constante. Os dados obtidos foram submetidos a equações para obtenção da capacidade de campo operacional, capacidade de campo efetiva e rendimentos para as diferentes frequências de amostra. O penetrômetro manual obteve maior quantidade de pontos mensurados e área trabalhada ao dia, sendo 30% superior ao penetrômetro automático, possuindo capacidade de campo efetiva e operacional superior. Quanto maior a frequência de coleta de dados, menor foram os valores de capacidade de campo operacional e capacidade de campo efetiva para o penetrômetro manual.

PALAVRAS-CHAVE: Rendimento de campo, compactação do solo, índice de cone.

OPERATING PERFORMANCE OF DIFFERENT TYPES OF PENETROMETERS

ABSTRACT: Soil compaction is one of the factors that reduce the productivity of plants by causing difficulty in access to nutrients necessary for their metabolism. The compaction values can be obtained using equipment that measure the penetration resistance of the soil called penetrometers. As the aim of the study was to evaluate different penetrometer in relation to operational capacity and efficiency to determine soil penetration resistance RP in three different areas of different sizes and sample collection frequencies. The equipment used were two penetrometers, a brand "Falker®" PLG 1020 model penetroLOG (Manual) and other brand DLG, PNT Model 2000 (Auto) that allows constant penetration speed. The data were subjected to equations to obtain the operational field capacity, operational capacity and efficiency for different sample frequencies. The manual penetrometer obtained the highest number of points and the area worked per day is 30% higher than the automatic penetrometer, has been more yield of effective countryside capacity and operational one. The higher the frequency of data collection, the lower is the operating field capacity values and effective field capacity for manual penetrometer.

KEYWORDS: Field of yield, soil compaction, cone index.

INTRODUÇÃO: Em sistemas de plantio direto, observa-se a formação de uma camada compactada de solo geralmente contida entre 8 e 20 cm de profundidade (GENRO JUNIOR et al., 2009). Os valores de compactação que afetam essa camada podem atingir valores limitantes a produtividade das culturas (FRANCHINI et al., 2009). Os principais fatores externos que interferem na compactação do solo são a carga aplicada ao solo através da utilização de maquinários (CAVALIERI et al., 2009), pisoteio animal, revolvimento do solo por equipamentos de preparo do solo como grades, arados e escarificadores (COSTA et al., 2009). A compactação dos solos é um dos fatores que reduz a produtividade das plantas por ocasionar dificuldade no acesso aos nutrientes necessários ao seu metabolismo (FILIZOLA, 2012). Ao longo do tempo foi se desenvolvendo métodos capazes de determinar os índices de compactação dos solos obtidos por meio de equipamentos denominados penetrômetros (MANTOVANI, 1996). A análise de compactação de solo pode ser obtida por valores de resistência a penetração do solo por meio da penetrometria. O método apresenta vantagem por proporcionar facilidade e rapidez na obtenção dos dados o que possibilita a sua implementação em escala de lavoura (DEBIASI et al, 2011). Para o diagnóstico da compactação o método indireto adotado é o índice de cone (IC), que mede a resistência que o solo exerce em relação à penetração de uma ponta cônica. Para exercer esta penetração são utilizados equipamentos denominados penetrômetros, conforme (MOLIN et al, 2012). A definição de um esquema de amostragem e a escolha do tipo de equipamento adequado para mensuração da compactação do solo são aspectos importantes para o planejamento e gestão agrícola. O objetivo deste trabalho foi analisar capacidade operacional, tempos e movimentos para diferentes tipos de penetrômetros, para a determinação da compactação do solo com diferentes frequências de mensuração do índice de cone.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado na fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso campus de Sinop com 30 ha, localizada nas coordenadas (latitude 11° 95', longitude 55° 28') em dois talhões de áreas de 31,5 e 53,2 ha pertencente à colonizadora Sinop localizada ao lado do Campus latitude 11° 87', longitude 55° 47'). Ambas as áreas agricultáveis em sistema de plantio direto, em que foram utilizados 2 penetrômetros para determinação do índice de cone (IC), foi utilizado o penetrômetro manual da marca "Falker®" modelo PLG 1020 penetroLOG, com profundidade máxima de 0,60 m controlada por um sensor tipo sonar que realiza o cálculo de velocidade de penetração avisando, ao usuário, quando a velocidade está fora do padrão, tendo a opção de ser abortada a medição. O cone na ponta da haste tinha o padrão descrito pela ASABE (2009), com ângulo de 30° ponta padrão B com diâmetro 12,83 mm. Foi mensurado o IC nas camadas 0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m o outro penetrômetro, automático, acoplado em um quadriciclo da marca DLG, modelo PNT 2000, com uma ponta padrão com diâmetro de 12,83 mm, que penetra no solo com velocidade constante. Foram avaliados 2, 4 e 6 pontos amostrais por ha, sendo que para a composição de cada ponto obteve-se 3 amostras alternadas ao redor. Para localização das coordenadas foi utilizado o receptor de GPS, marca Garmin modelo Vista HCX. Para obtenção dos tempos, foi utilizado um cronometro digital, anotado em uma planilha e substituído nas equações adaptadas conforme (MIALHE, 1974):

$$TM = TPR + TL + TGI \quad (1)$$

TM = tempo máquina

TPR= tempo de produção

TL = tempo de localização dos pontos

TGI = tempo de gravação dos dados, inicialização do equipamento e interrupção

$$CCE = \frac{A}{TPR} \quad (2)$$

CCE = capacidade operacional efetiva (ha.h⁻¹)

A = área em (ha)

$$CCO = \frac{A}{TM} \quad (3)$$

CCO = capacidade de campo operacional (ha.h⁻¹)

$$RcE = \frac{CcO}{CcE} 100 \quad (4)$$

RcE = rendimento de campo efetivo (ha.h⁻¹)

RESULTADOS E DISCUSSÃO: No desenvolvimento do trabalho a maior demanda de tempo, foi para o tempo de produção (TPR), seguido tempo de localização (TL) e tempo de gravação e interrupção (TGI) para ambos os métodos de amostragem, figuras 1 e 2. Porém, o penetrômetro automático obteve maiores valores de tempos produtivos (74,00%) em relação ao manual (44,52%), ou seja, ele foi mais eficiente para a mesma frequência de coleta, figuras 1 e 2.

O penetrometro automático obteve maiores valores de tempo produtivo, pelo fato de quase não haver erros e interrupções na operação, tendo um (TGI) menor em relação ao manual, no entanto, isso varia de acordo com o operador, pois demanda de um sequencia de segurança, que requer tempo para restabelecimento caso haja algum erro de operação. O pnetrometro automático tem um sequencial de operação obdece regras como: o veiculo está freiado e nivelado, para evitar danos no equipamento. Mais dependendo do peso do operador e o nivel do solo não se consegue obter o nivelamento necessitando-se descer do equipamento para poder aciona-lo, o que pode trazer perdas no tempo produtivo (Figura 2). Por outro lado, o penetrômetro manual apresenta muitos erros na coleta de dados, que faz com que seu tempo produtivo seja inferior ao automático, devido a problemas em manter a constância da velocidade para coletar os dados que muitas vezes os dados são descartados e refeitos novamente (Figura 1).

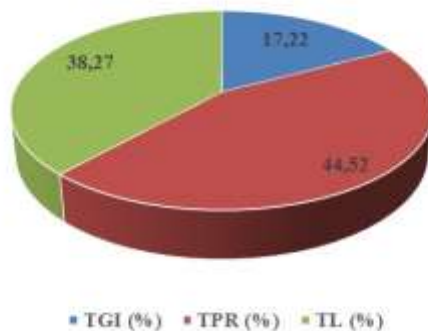


FIGURA 1. Distribuição do tempo máquina (TM) sendo os tempos de localização e os tempos produtivos do penetrômetro manual para a frequência de coleta de 6 pontos.ha⁻¹.

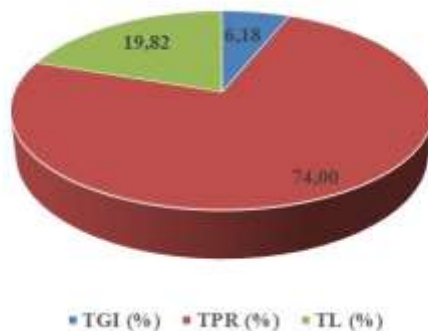


FIGURA 2. Destribuição do tempo máquina (TM), sendo os tempos de localização e os tempos produtivos do penetrômetro acoplado ao quadriciclo automático para a frequência de coleta de 6 pontos.ha⁻¹.

A umidade do solo possui uma certa influência na resistência a penetração dos penetrômetros o que pode aumentar o tempo de operação, podendo possibilitar maiores erros no quadriculo manual por demandar maior

força humana em umidades mais baixas. O penetrômetro manual obteve maior capacidade operacional efetiva e capacidade de campo operacional em relação ao penetrômetro automático (Tabela 2). Possivelmente obtido pela atribuição do tempo de baixar e subir do penetrômetro automático que por necessitar de operações de segurança demandou maior tempo (Tabela 2). O aumento na frequência de coleta de pontos reduz a área coletada em 8 horas diárias, assim, para maior abrangência de coleta deve-se reduzir o número de frequência amostral (Tabela 2). Vale ressaltar que a redução da frequência amostral implica num menor rendimento de campo efetivo, devido as distâncias ficarem maiores e aumentar o (TL), essa questão deve ser considerado em termos de operação (Tabela 2).

TABELA 1. Teor de água no solo para os diferentes modos amostrais e suas respectivas áreas.

Talhão	Modo de amostragem	Teor de água no solo (%)	Área (ha)
A	Manual	17,00	30,0
A	Manual	15,00	30,0
B	Manual	22,50	53,2
C	Automático	22,75	31,5

TABELA 2. Descrição dos tempos produtivos, tempo máquina, capacidades de campo efetivas e capacidades de campo operacionais para diferentes modos de amostragem, frequência de coleta e área.

Talhão	Frequência de coleta (Pontos ha ⁻¹)	CCE (ha h ⁻¹)	CCO (ha h ⁻¹)	RcE (%)	Quantidade de coleta em 8 h de trabalho (Pontos)	Área trabalhada em 8 h de trabalho (ha)
A	2	22,48	10,10	44,90	161,60	80,80
A	4	11,24	7,46	66,37	238,72	59,68
B	6	10,39	4,62	44,46	221,76	36,96
C	6	4,47	3,53	78,97	169,44	28,24

CONCLUSÃO: O penetrômetro manual obteve maior quantidade de pontos e a área trabalhada ao dia, sendo 30% superior ao penetrômetro automático. Quanto maior a frequência de coleta de dados, menor são os valores de capacidade de campo operacional e capacidade de campo efetiva para o penetrômetro manual.

REFERÊNCIAS:

- CAVALIERI, K4. M. V.; SILVA, A. P. DA; ARVIDSSON, J.; TORMENA, C. A. Influência da carga mecânica de máquina sobre propriedades físicas de um Cambissolo Háplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.477-485, 2009.
- COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; SILVA, F. R. Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração agricultura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.235-244, 2009.
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; OLIVEIRA, F. A. DE; MACHADO, T. M. Ajuste de grades amostrais para o mapeamento da resistência a penetração de um Latossolo Bruno. **Embrapa Soja**, 2011.
- FILIZOLA, H.F. Compactação e Erosão do Solo. 3. ed., **Brasília: Embrapa**, p. 38-39, 2012.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Londrina: **Embrapa Soja**, 2009. 39 p. (Embrapa Soja, Documentos, n. ° 314).
- GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1 p. 65-73, 2009.
- MANTOVANI, E. C. Compactação do Solo. Sete Lagoas, 35p. 1986.
- MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1974. 301 p.
- MOLIN, J. P.; DIAS, C. T.; CARBONERA, L. Estudos com penetrometria: Novos equipamentos e amostragem correta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.584-590, 2012.