

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

**RESISTENCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO EM FUNÇÃO DO
PREPARO COM DIFERENTES IMPLEMENTOS**

Acadêmico: Mario Augusto Chaves Monteiro

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

Membros da Banca:

1. Orientador: Tiago Zoz
2. Membro Titular 1: Fábio Steiner
3. Membro Titular 2: Diógenes Martins Bardivieso

Suplente: André Zoz

Data: 25/11/2015. Horário: 15:00 horas

Local:

() Multimeios

() Auditório

() Outros

Cassilândia-MS

Novembro/2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL

UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA

CURSO DE AGRONOMIA

**RESISTENCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO EM FUNÇÃO DO
PREPARO COM DIFERENTES IMPLEMENTOS**

Acadêmico: Mario Augusto Chaves Monteiro

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

“Trabalho apresentado como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS

Novembro/2015

EPÍGRAFE

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.” (Ayrton Senna)

DEDICATORIA

Dedico este trabalho a pessoa que sempre esteve ao meu lado, me apoiando com muita paciência, amor e dedicação, Lindalva Chaves de Moraes Monteiro, minha mãe, pois tudo que conquistei na vida foi com sua participação e motivação.

Também dedico este trabalho ao meu pai Daniel Augusto Monteiro (in memoriam), que mesmo o pouco tempo de convivência participou na formação da minha educação e meu caráter.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me proporcionar saúde, permitindo a realização do trabalho, agradeço ao meu orientador prof. Dr. Tiago Zoz, pela paciência, ensinamentos fundamentais e essenciais, não só para a realização do trabalho, mas para toda vida.

Agradeço ao prof. Dr. Fábio Steiner pelos conselhos e orientações, aos grandes amigos Gabriel Elias de Souza, André Zoz, Elson “marmita”, Gabriel, Camila e Guilherme pela ajuda no trabalho com o penetrômetro e coleta de dados a campo, à toda minha família e à minha amada namorada Livia S. Silveira que permaneceu em todos os momentos ao meu lado e sempre incentivadora dos meus passos.

Agradeço também a Kamaq Máquinas e Implementos Agrícolas que fez a doação do Penetrômetro de Impacto de Stolf ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PGAC de Cassilândia, sem o qual seria impossível realizar a análises de resistência do solo à penetração.

SUMÁRIO

RESUMO:	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
CONCLUSÕES	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

RESUMO:

A resistência do solo à penetração tem sido um dos parâmetros utilizados na avaliação da estrutura física do solo, identificando se o mesmo possui condições adequadas para o crescimento das raízes. O objetivo deste trabalho foi determinar a resistência do solo à penetração em um Neossolo Quartzarênico preparado com diferentes implementos agrícolas. O ensaio foi composto pelo preparo do solo com cinco implementos agrícolas (grade leve, grade intermediária, subsolador, arado de discos e arado de aiveca). Cada implemento foi utilizado para preparar uma faixa de 5,0 m de comprimento por 3,5 m de largura. Para a realização das avaliações foram descartadas 0,5 m em cada extremidade da faixa trabalhada, resultando em uma área útil de 13,5 m². Para tracionar os implementos de preparo do solo utilizou-se um trator de pneus 4 x 2 com TDA, com potência nominal de 85 cv, modelo New Holland TL 85. Foram realizadas avaliações de resistência do solo à penetração antes do preparo do solo, para caracterizar a área experimental e 10 dias após o preparo do solo para avaliar o efeito dos diferentes implementos. No momento das avaliações de resistência do solo à penetração foram realizadas as avaliações de umidade gravimétrica do solo nas camadas de 0–20 cm; 21–40 cm e 41-60 cm. Também foram realizadas avaliações de cobertura vegetal do solo 10 dias após o preparo. O arado de discos e o arado de aivecas promovem preparo do solo em maiores profundidades além de proporcionar as menores resistências do solo à penetração em relação aos demais implementos. A cobertura vegetal do solo após o preparo é maior quando é utilizado o subsolador. A grade leve não é eficiente para revolver o solo em preparo primário em áreas com elevada quantidade de matéria vegetal.

Palavras-chave: preparo convencional do solo, arado, subsolador, gradagem.

ABSTRACT

The soil penetration resistance has been one of the parameters used in the evaluation of its physical structure, assessing whether it is suitable for plant growth. The objective of this study was to determine soil penetration resistance prepared with different agricultural implements. The test was composed of soil preparation with five agricultural implements (mild grade, intermediate grade, subsoiler, disc plow and moldboard). Each implement was used to prepare a range of 5.0 meters long and 3.5 meters wide. To pull the tillage implements used a tractor tire 4 x 2, with rated power of 85 hp, New Holland Model TL 85 were performed penetration soil resistance assessments before tillage, to characterizing the area and 10 days after preparation of the soil to evaluate the effect of different implements. When the soil penetration resistance evaluations, were carried out the gravimetric soil moisture assessments at 0-20 cm; 21-40 cm, 41-60 cm. They were also carried out soil cover assessments 10 days after the preparation of it. The disk plow and moldboard plow tillage in promoting deeper and promote the reduced resistance to penetration compared to other implements. The soil cover after preparation is greater when using the subsoiler. The light grid is not effective for loosening the soil in primary training in areas with a high amount of plant material.

Key-words: conventional tillage, plow, subsoiler, harrowing.

INTRODUÇÃO

O adequado desenvolvimento e a produtividade satisfatória de uma cultura estão diretamente relacionados com a função dos solos agrícolas, que se comportam como um sistema complexo de fluxo e retenção de água, ar, nutrientes e temperatura, proporcionando de maneira fundamental um ambiente favorável ao crescimento das raízes. (LETEY, 1985; HAMBLIN, 1985).

Ao longo do tempo o solo sofre modificações em sua estrutura física devido aos manejos da agricultura, como intenso tráfego de máquinas e implementos (CAVALIEIRI et al., 2009), e pisoteio animal no caso da pecuária (COSTA et al., 2009), resultando em alterações significativas na resistência do solo à penetração (SILVA; CABEDA, 2006). Estas alterações são devido ao aumento da densidade e a diminuição da porosidade do solo, acarretando diversos prejuízos no desenvolvimento do sistema radicular das plantas (KAISER et al., 2009), que está diretamente relacionado ao crescimento e desenvolvimento da cultura.

Independente da exploração, mecanização ou pecuária, o solo pode apresentar maior propensão ao aumento da resistência à penetração pelo seu processo de formação, relacionado ao tamanho e arranjo das partículas, dessa forma diferentes áreas que nunca sofreram a interferência do homem podem apresentar devido ao seu processo pedogênico, diferentes níveis de a resistência a penetração (CAVALIERI et al., 2009).

Cada implemento agrícola age de forma singular na alteração das propriedades físicas do solo (SÁ, 1998), dessa forma o sistema de manejo está diretamente relacionado as possíveis variáveis das condições físicas, favorecendo ou não a conservação do solo e a produtividade das culturas. Atualmente, ainda é adotado o sistema convencional de cultivo (REICHERT et al., 2009), que utiliza dois ou mais implementos agrícolas, e normalmente aumenta a resistência à penetração nas camadas abaixo da profundidade de corte, prejudicando a percolação de água no perfil solo, favorecendo o escoamento superficial (LOUZADA et al., 2007), na contramão das práticas conservacionistas.

O preparo convencional é dividido entre preparo primário e secundário. Dentre os implementos utilizados no preparo convencional primário, pode-se destacar a grade intermediária, o arado de disco e o arado aiveca. No preparo

secundário, a grade leve, também chamada de grade niveladora, que possui a característica de realizar o destorroamento e a uniformização da área, sendo logo antes da semeadura ou plantio.

Outro implemento agrícola muito utilizado tanto no preparo convencional, mas principalmente visando o cultivo mínimo, o subsolador, pode ser destacado também na descompactação de áreas de camadas de solo em plantio direto consolidado, pois possui a característica de manter a matéria vegetal na superfície, devido ao baixo revolvimento de solo (FERNANDES; GAMERO, 2010).

A resistência a penetração do solo tem sido um dos parâmetros mais utilizados na avaliação da estrutura física do solo, avaliando se o mesmo está adequado ao crescimento das plantas (PRINGLE; LARK, 2007; SUZUKI et al., 2007). Alguns instrumentos podem ser utilizados, dentre eles o penetrômetro de impacto de Stolf, de fácil e rápida determinação (STOLF, 1991), baixo custo, viabilidade de trabalhar em solos de alta resistência com qualquer textura e baixa umidade (PEDRO VAZ et al., 2002).

Objetivou-se com este trabalho foi determinar a resistência do solo à penetração em um Neossolo Quartzarênico preparado com diferentes implementos agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido a campo na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia (19°07'21" S, 51°43'15" W e altitude de 516 m), em outubro de 2015. O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo Aw (clima tropical chuvoso). O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006). A área estava sendo explorada com atividade pecuária, com as pastagens degradadas.

Os tratamentos compostos pelo preparo do solo com diferentes implementos agrícolas constaram de gradagem leve, gradagem intermediária, subsolagem, aração com arado de aiveca e aração com arado de discos. Após o preparo do solo com os diferentes implementos, foi realizada uma gradagem leve em todos os tratamentos, com o objetivo de nivelar a área.

Os implementos utilizados para o preparo do solo são descritos a seguir:

- Grade leve: modelo NVCR (Baldan), equipada com 28 discos (14 discos dianteiros recortados com diâmetro 22" e 14 discos traseiros lisos com diâmetro de 20"), espaçados em 175 mm e largura de corte de 2350 mm.

- Grade intermediária: modelo GAICR (TATU Marchesan), equipada com 16 discos côncavos recortados com diâmetro de 26", espaçados em 270 mm e largura de corte 2000 mm.

- Subsolador: modelo AST 3/3(TATU Marchesan), equipado com 3 hastes espaçadas de 345 mm e largura útil de corte de 690 mm.

- Arado de aivecas: modelo AAH (TATU Marchesan), com 2 hastes, espaçados em 880 mm e largura de corte de 900mm.

- Arado de discos: modelo ARH (Baldan), com três discos lisos de 30", espaçados em 610 mm e largura de corte de 800-1000 mm.

Para tracionar os diferentes implementos foi utilizado um trator de pneus 4x2 TDA com potência nominal de 85 cv, modelo New Holland TL 85.

Cada unidade experimental tinha 5,0 m de comprimento por 3,5 m de largura (17,5 m²). Para as avaliações, foram descartados 0,5 m das quatro extremidades de cada unidade experimental.

Antes do preparo do solo avaliou-se a massa de matéria seca na superfície do solo. Para determinação da massa de matéria seca sobre o solo, foram coletadas

cinco amostras com auxílio de um quadrado de ferro (0,5 m x 0,5 m) e uma tesoura de poda, de forma que o quadrado foi lançado aleatoriamente em cada parcela e todas as plantas existentes no seu interior foram cortadas rente ao solo e embaladas em sacos de papel para condução ao laboratório. No laboratório o material vegetal foi colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar as 65°C por 48 horas, e posteriormente foram pesados para a determinação da massa de matéria seca.

A resistência do solo à penetração foi avaliada antes do preparo do solo e 10 dias após o preparo, utilizando o penetrômetro de impacto de Stolff, o qual é constituído por um peso para provocar o impacto e uma haste e um cone para a penetração no solo. A penetração da haste é obtida pelo impacto de uma massa de 4 kg em queda livre de uma altura (0,4 m). A cada impacto são registrados os valores do deslocamento (centímetros), os quais são convertidos em pressão de penetração ou resistência mecânica à penetração (em unidades de MPa). Em cada unidade experimental foram realizadas 10 amostragens aleatórias de resistência do solo à penetração. Juntamente com as avaliações de resistência do solo à penetração, foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-20; 21-40 e 41-60 cm para determinação da umidade gravimétrica do solo (U_g), de acordo com a seguinte equação:

$$U_g\left(\frac{g}{kg}\right) = \frac{\text{massa do Solo úmido (g)} - \text{massa do Solo seco(g)}}{\text{massa do Solo úmido(g)} \times 1000}$$

Os valores de umidade gravimétrica do solo antes e 10 dias após o preparo do solo são apresentados na Figura 1.

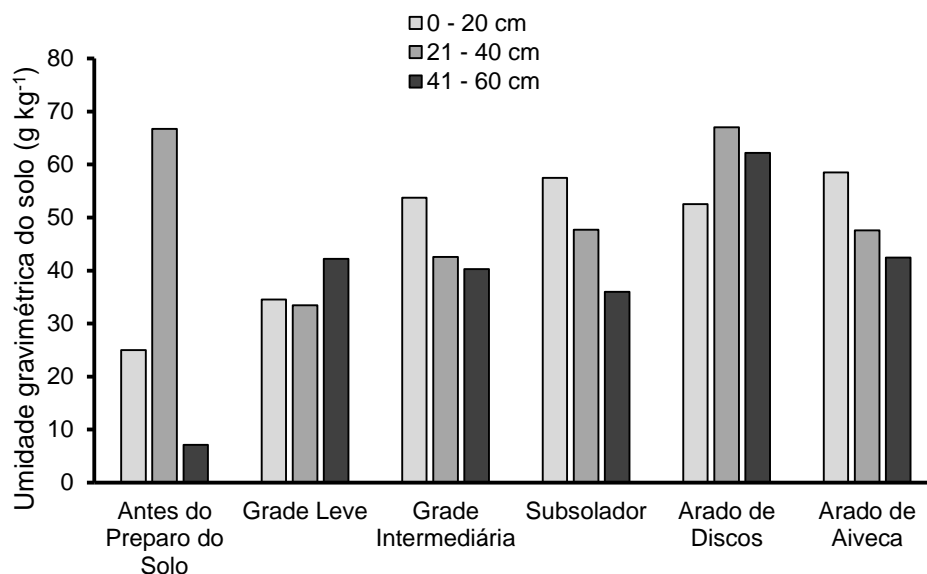


FIGURA 1. Umidade gravimétrica do solo na amostragem realizada antes do preparo do solo (06/10/2015) e 10 dias após o preparo do solo (16/10/2015).

Após o preparo do solo também foi avaliada a porcentagem de cobertura vegetal do solo de acordo com a metodologia proposta por Chaila (1986).

Após a coleta dos dados foram estimados os intervalos de confiança da média e os resultados foram apresentados na forma de gráfico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência do solo à penetração até 60 cm de profundidade antes da realização do preparo do solo é mostrada na Figura 2. Na camada superficial do solo (0 – 20 cm) a resistência do solo à penetração máxima foi de 2,37 MPa. O maior valor de resistência do solo à penetração (4,68 MPa) ocorreu na camada em torno de 42,5 cm de profundidade.

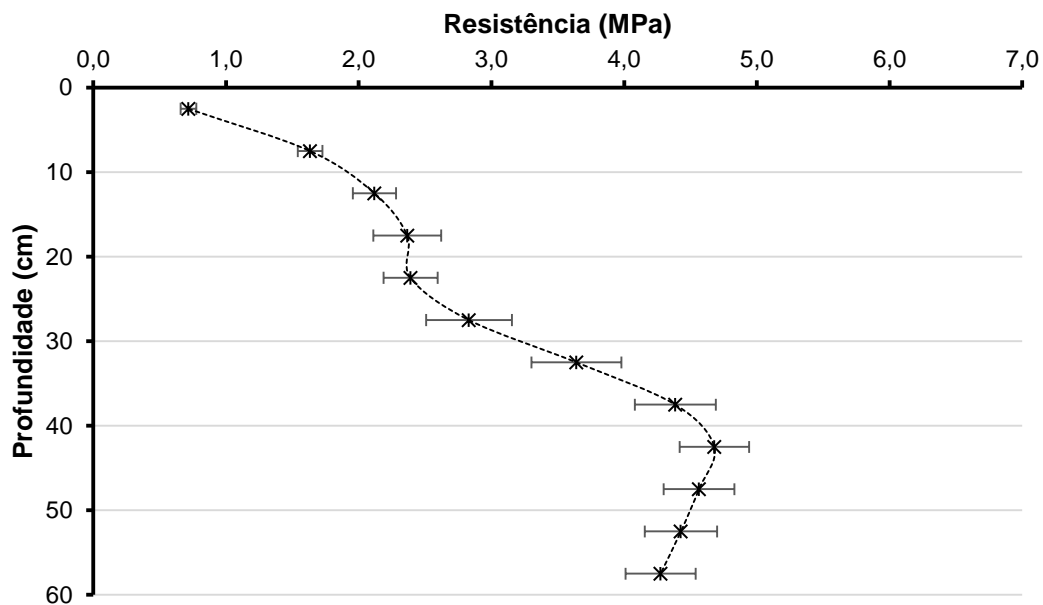


FIGURA 2. Resistência do solo à penetração na amostragem realizada antes do preparo do solo (06/10/2015). As barras indicam os valores do intervalo de confiança da média.

Devido a quantidade de matéria seca na superfície do solo na área experimental ($3,0 \text{ t. ha}^{-1}$) a grade leve não revolveu o solo, devido ao fato de ser um implemento com a função de ser aplicado no preparo secundário, logo a resistência do solo à penetração foi superior aos demais preparos do solo (Figura 3). A grade intermediária revolveu o solo até a profundidade em torno de 12,5 cm, a partir dessa profundidade a grade intermediária não revolveu o solo, fato este comprovado pelo aumento da resistência do solo à penetração (Figura 3).

O subsolador revolveu o solo até a profundidade de 22,5 cm, a partir dessa profundidade o subsolador teve pouco efeito na redução da resistência do solo à penetração (Figura 3). Na camada em que o subsolador revolveu o solo a resistência do solo à penetração chegou a 1,87 MPa.

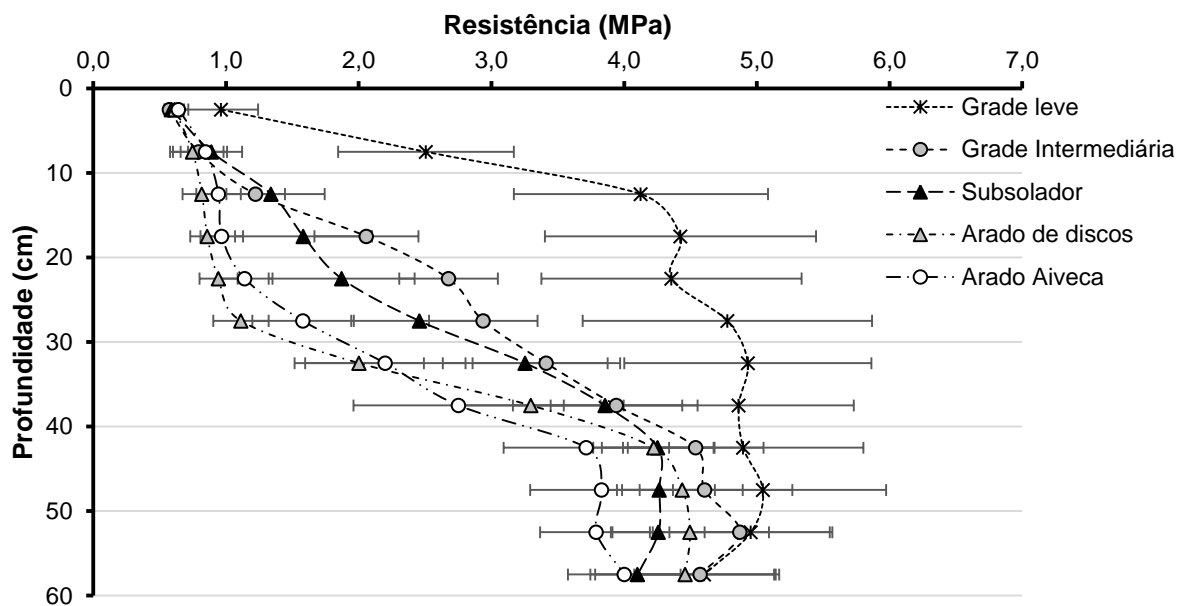


FIGURA 3. Resistência do solo à penetração na amostragem realizada 10 dias após o preparo do solo (16/10/2015). As barras indicam os valores do intervalo de confiança da média e a sobreposição destas denota a ausência de diferenças entre as médias dos implementos agrícolas.

Entre os dois tipos de arado, o arado de discos atingiu maior profundidade (27,5 cm) em relação ao arado de aiveca (22,5 cm) (Figura 3). A resistência do solo à penetração até a camada de 22,5 cm de profundidade foi similar entre os dois tipos de arado. Entre as profundidades de 7,5 cm e 22,5 cm, o solo preparado com o subsolador apresentou maior resistência do solo à penetração em relação ao arado de discos, isto se deve ao fato do arado de discos promover maior desestruturação dos agregados do solo devido ao processo de inversão de camadas de solo. O subsolador, devido romper o solo, promove menor desestruturação dos agregados de solo, resultando em maior resistência à penetração.

Entre a faixa de atuação de cada implemento até a profundidade de 40 cm, com exceção da grade leve, as curvas de resistência do solo à penetração mantiveram aumento da resistência conforme o acréscimo na profundidade do solo, devido a percolação de água promovida de acordo com o revolvimento para cada implemento (PEREIRA et al., 2012). Os implementos que promoveram maior desestruturação do solo apresentaram menor resistência à penetração até a camada de 40 cm, devido o maior conteúdo de água do solo. Genro Junior et al. (2004) destaca que existe relação entre o decréscimo da umidade e o acréscimo da resistência do solo à penetração. Abaixo de 40 cm de profundidade, não houve

acréscimo na resistência do solo à penetração e todas os implementos apresentaram comportamento semelhante.

Na área em que o solo foi preparado com a grade leve, a porcentagem de cobertura vegetal do solo após o preparo foi de aproximadamente 100% (Figura 4). Esse resultado se deve a ineficiência da grade leve em revolver o solo em área com elevada quantidade de massa de matéria seca.

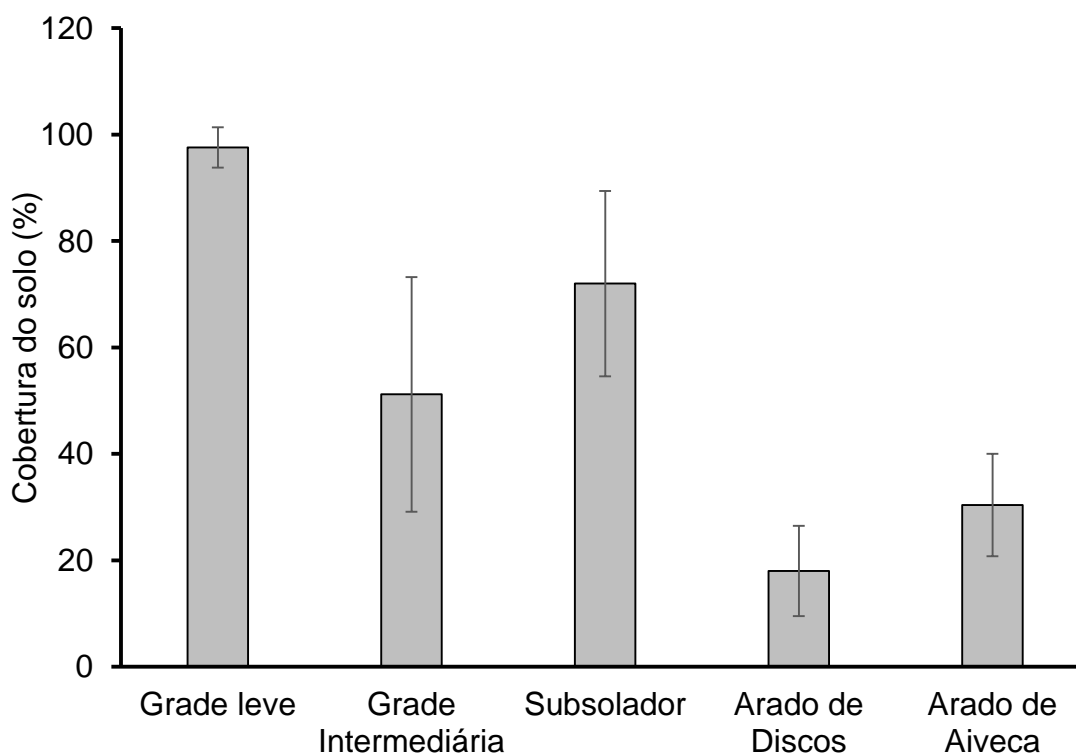


FIGURA 4. Cobertura vegetal do solo 10 dias após o preparo do solo (16/10/2015). As barras verticais indicam os valores do intervalo de confiança da média e a sobreposição destas denota a ausência de diferenças entre as médias dos implementos agrícolas.

Com exceção da área preparada com a grade leve, a área preparada com o subsolador foi a que apresentou maior porcentagem de cobertura vegetal do solo (Figura 4). Isso se deve ao fato do subsolador romper o solo sem realizar a inversão de camadas do solo, como ocorre com a grade intermediária e os dois arados. A área preparada com subsolador apresentou em torno de 70% de cobertura vegetal do solo.

As menores porcentagens de cobertura vegetal foram verificadas nas áreas preparadas com arado aiveca (30%) e arado de discos (18) (Figura 4), esse resultado se deve ao fato desses implementos promoverem a inversão de camadas

do solo, fazendo com que a massa seca presente na superfície do solo seja deslocada para as camadas mais profundas.

CONCLUSÕES

O preparo do solo com arado de discos e o arado de aivecas resultou em menores valores de resistência à penetração em relação aos demais implementos agrícolas, devido a maior profundidade de ação no solo.

A cobertura vegetal do solo após o preparo é maior quando são utilizados a grade leve o subsolador.

A grade leve não é eficiente para revolver o solo em preparo primário em áreas com 3 t ha⁻¹ de matéria vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALIERI, K. M. V.; SILVA, A. P.; ARVIDSSON, J.; TORMENA, C. A. Influência da carga mecânica de máquina sobre propriedades físicas de um cambissoloháplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 3, p. 477-485, 2009.

CHAILA, S. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y control. **Malezas**, v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.

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, n.2, p. 235-244, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERNANDES, J. C.; GAMERO, C. A. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO GIRASSOL. **Revista Energia na Agricultura**, v. 25, n.2, p.74-87, 2010.

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.3, p.805-818, 2009.

HAMBLIN, A.P. The influence of soil structure on water movement, crop root growth and water uptake. **Advances in Agronomy**, v.38, p.95-158, 1985.

KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; COLLARES, G. L.; KUNZ, M. Intervalo hídrico ótimo no perfil explorado pelas raízes de feijoeiro em um Latossolo sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n.4, p. 845-855, 2009.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, v.1, n.2, p.277-294. 1985.

LOUZADA, R. O.; SENRA, A. F.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, C. M. A.; MOCHI VICTOR, D. Resistência à penetração em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias** v. 16, n.1, p. 31-36, 2007.

PEREIRA, J. O.; SIQUEIRA, J. A. C.; URIBE-OPAZO, M. A.; SILVA, S. L. Resistência do solo à penetração em função do sistema de cultivo e teor de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p.171-174, 2002.

PEDRO VAZ, C.M., PRIMAVESI, O.; PATIZZI, V.C.; LOSSI, M.F. Influência da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto. **Embrapa Instrumentação Agropecuária**. Comunicado Técnico nº 51. São Carlos – SP. 5p.2002

PRINGLE, M.J.; LARK, R.M. Scale- and location-dependent correlations of soil strength and the yield of wheat. **Soil and Tillage Research**, v.95, n.1, p.47-60, 2007.

REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J. & RIQUELME, U. F. B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.44, n.3, p. 310-319, 2009.

SÁ, J.C.M. Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para a produção de grãos no sistema plantio direto. In: **Seminário sobre o sistema plantio direto na UFV**, 1, 1998, Viçosa. Resumo das palestras. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998, p.19-61.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V.. Modificações na matriz de um Argissolo Amarelo Coeso sob diferentes sistemas de manejo com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.10, n.3, p. 554-562, 2006.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.2, p.229-235, 1991.

SUZUKI, L.E.A.S.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; LIMA, C.L.R. de. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.8, p.1159-1167, 2007.