

CAPÍTULO 2

COBERTURA VEGETAL E MAPAS DE PERFIL DA COMPACTAÇÃO EM MANEJOS DE SOLO E PALHA²

Jorge Wilson Cortez
José Lucas Gonçalves Greiter
Matheus Anghinoni
Matheus Pereira de Jesus
Mauricio Viero Rufino
Diandra Pinto Della Flora
Nayra Fernandes Agüero

RESUMO

A cobertura vegetal do solo favorece o desenvolvimento das culturas, no entanto, quando existe problemas de compactação do solo pode ocorrer diminuição do desenvolvimento das plantas. Assim, objetivou-se avaliar a cobertura vegetal e resistência do solo à penetração em função do manejo de palhada e os sistemas de manejo do solo. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso no esquema de parcela subdividida com quatro repetições, sendo nas parcelas alocados os manejos da palhada (rolo-faca, triturador, roçadora, grade niveladora, herbicida e sem manejo), e nas subparcelas os sistemas de manejo do solo (plantio direto, escarificação anual e escarificação de longo prazo). Avaliou-se: a porcentagem de cobertura vegetal e a resistência do solo à penetração (RP). Os dados de cobertura vegetal foram submetidos a análise de variância e quando significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de RP foram avaliados utilizando a geoestatística. Verificou-se que a escarificação anual remove grande parte da cobertura vegetal proporcionada pelo plantio direto. O manejo químico junto com o rolo faca proporcionam a maior quantidade de cobertura vegetal. A escarificação de dois anos já apresenta um perfil no solo, mais similar ao plantio direto do que a escarificação anual.


PALAVRAS-CHAVE: Subsolagem. Compactação. Plantio Direto.

1. INTRODUÇÃO

As operações mecânicas ocasionam diminuição da cobertura do solo, graças à realocação ou incorporação de resíduos ao solo, além de aumentar a taxa de decomposição do material, reduzindo, ainda mais, a cobertura com o passar do tempo (CARVALHO *et al.*, 1990). O uso de implementos específicos para o manejo da palhada das culturas de cobertura, como a gradagem, pode afetar o tempo de cobertura do solo (BORTOLUZZI; ELTZ, 2000). Além de afetar a porcentagem de cobertura do solo, proporcionando diferentes níveis de amassamento, enterro ou fracionamento do material (HERNANI *et al.*, 1995).

Outra reação que acontece no solo com o uso de implementos é a compactação, que pode ser observada nas camadas mais superficiais onde não ocorre mobilização anual do solo, e é devido ao efeito cumulativo de pressões de máquinas e implementos que o solo recebe e,

² CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.



ainda pode ser devido, à acomodação natural das partículas (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 1998). Na presença de tráfego, a acomodação das partículas e agregados do solo pode ser rápida, e apenas um evento de tráfego sobre o solo pode provocar um aumento de resistência à penetração (RP) para níveis semelhantes ao que estava antes da escarificação (SILVA *et al.*, 2000).


Portanto, objetivou-se avaliar a cobertura vegetal e resistência do solo à penetração em função do manejo de palhada (rolo-faca, triturador, roçadora, grade niveladora, herbicida e sem manejo) e os sistemas de manejo do solo (plantio direto, escarificação anual e escarificado de longo prazo).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A condução do trabalho foi na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias - FAECA – da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, no município de Dourados, MS. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico, muito argiloso, com média de 62,22% de argila, 20,43% de silte e 17,34% de areia.

Na safra 2014/2015 foi o início de condução do experimento e utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com dois tratamentos (plantio direto e escarificação) com 18 repetições. Na safra 2015/2016 foi utilizado o delineamento em blocos no esquema de parcela subdividida com 4 repetições (4 blocos). Assim, nas parcelas foram alocados os manejos da palhada rolo-faca segadora, roçadora, grade destorroadora-niveladora e manejo químico. E nas subparcelas os sistemas plantio direto de mais de 10 anos (PD), escarificação anual (EA) e escarificado de longo prazo (EA1), ou seja, escarificado a um ano (2014). Na safra 2016/2017 repetiu-se o mesmo delineamento, nas mesmas parcelas, sendo o escarificado de longo prazo agora com dois anos (2014). As parcelas foram ajustadas para área de aproximadamente 20 x 19 m (380 m²). No sentido longitudinal entre as parcelas, foi reservado um espaço de 15 m, destinado à realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização dos conjuntos.

No preparo das parcelas na safra 2014/2015 utilizou-se: escarificador de cinco hastes, com ponteira estreita de 0,08 m de largura a 0,35 m de profundidade (tratamento com escarificação). No preparo das parcelas das demais safras utilizou-se um escarificador de cinco hastes com disco de corte da palha e rolo destorroador em 2013 para a escarificação anual. Os equipamentos de manejo da palhada foram um rolo-faca que possui lâminas de corte distribuídas e ângulo de incidência dimensionado para permitir o corte; triturador equipado com



rotor de facas curvas de aço que trabalham em alta rotação; segadora dotada com barra de corte, com 4 rotores laminados, roçadeira dotada com barra de corte, com 4 rotores laminados; grade destorroadora-niveladora, tipo off-set, de arrasto, com 20 discos de 0,51 m de diâmetro (20") em cada seção, sendo na seção dianteira discos recortados e lisos na traseira, na profundidade de 0,15 m.; manejo químico com pulverizador de pneus e 14 m de barra.

A porcentagem de cobertura do solo foi obtida utilizando um fio encapado com 7,5 m de comprimento e com marcações equidistantes de 0,15 m, resultando em 50 pontos (adaptado de LAFLEN *et al.*, 1981), sendo utilizado duas vezes nas parcelas, em diagonal, totalizado 100 pontos de observações. Foi avaliado nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Com intuito de verificar a compactação no perfil do solo após a semeadura realizou-se a coleta de dados da resistência à penetração (RP) com uma malha amostral de 0,225 m x 0,10 m, tendo largura e profundidade, respectivamente. Em 2014/2015 a malha amostral resultou em 520 pontos por perfil do solo, resultado de 13 pontos transversal ao deslocamento da máquina, até a profundidade de 0,40 m, sendo coletados os dados de RP a cada 10 cm. Em 2015/2016 coletaram-se dados com o penetrômetro de impacto, sendo os dados coletados em cada subparcela, com três replicações por subparcela.

Na safra 2014/2015, utilizou um penetrômetro eletrônico automatizado denominado de SoloStar (FALKER, 2011), modelo PLG5500. Na safra de 2016/2017 foi utilizado o equipamento modelo IAA/Planalsucar-Stolf, adaptado pela KAMAQ denominado de penetrômetro de impacto (STOLF *et al.*, 2012), com as seguintes características: massa de 4 kg com impacto em curso de queda livre de 0,40 m; cone com 0,0128 m de diâmetro e ângulo sólido de 30°; e haste com diâmetro aproximado de 0,01 m.

A análise dos dados de cobertura vegetal foi realizada pela análise de variância, e quando significativa com o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias.

A análise dos dados de resistência à penetração no perfil do solo, nas safras 2014/2015 e 2016/2017 foi analisada utilizando a geoestatística. A modelagem dos semivariogramas foi realizada observando os valores de R^2 e menor valor do quadrado de resíduos, sendo posteriormente realizada a interpolação por krigagem ordinária, sendo esta uma técnica de interpolação para estimativa de valores de uma propriedade em locais não amostrados. Por meio da interpolação por krigagem, os mapas de isolinhas (bidimensionais) foram construídos para o detalhamento espacial dos dados coletados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais de cobertura vegetal no solo, após a realização dos manejos de solo (Tabela 1), apresentaram consideráveis diferenças entre o plantio direto (PD) e o manejo escarificado (EA).

Tabela 1: Porcentagem de cobertura vegetal após o preparo do solo e manejo de palha nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Tratamentos	Cobertura vegetal (%)	
	2014/2015	2015/2016
Manejo de Solo (MS)		
PD	67,25 a	83,87 a
EA	8,62 b	40,83 c
EA1	--	77,58 b
Manejo de Palha (MP)		
RF	--	70,41 ab
TR	--	63,41 cd
SG	--	67,75 bc
GR1	--	67,75 bc
GR2	--	59,41 d
MQ	--	75,83 a
Teste F		
M.S.	265,88 **	756,20 **
M.P.	--	12,14 **
M.S. x M.P.	--	7,25 **
C.V. – M.S. (%)	18,95	6,14
C.V. – M.P. (%)	--	8,34

NS: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$); **: significativo ($p<0,01$); C.V.: coeficiente de variação. Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Plantio direto (PD); Escarificado anual (EA); Escarificado à um ano (EA1). Rolo-Faca (RF); Triturador (TR); Segadora (SG); Uma operação de gradagem (GR1); Duas operações de gradagem (GR2); Manejo químico (MQ).

Fonte: Autoria própria (2015).

Na safra de 2015/2016, o tratamento de palha com MQ (manejo químico), em que não há mobilização do solo e da palha com máquinas e implementos, acarretou em maior cobertura vegetal. Os demais tratamentos obtiveram menores porcentagens de palhada, sendo que a operação com duas gradagens (GR2) proporcionou uma redução de 21,65% da palhada em comparação ao MQ.

Verifica-se que a escarificação reduziu a cobertura vegetal sobre a superfície do solo (Tabela 1), devido a sua incorporação, porém manteve considerável quantidade de palhada parcialmente na superfície. Enquanto no plantio direto (PD), acumulou-se maior resíduo vegetal próximo à superfície, sendo uma característica típica dos manejos conservacionistas.

O PD, no estudo desenvolvido por Girardello *et al.* (2011), apresentou um valor de cobertura de solo semelhante ao encontrado na maioria das lavouras sob PD no Sul do Brasil,

próximo a 80%, mas quando utilizaram o escarificador convencional, observaram um decréscimo na cobertura vegetal na ordem de 63%, aproximadamente, além disso este equipamento induziu à formação de torrões grandes. Esses dados corroboram com este estudo na safra de 2015/16 em que, mesmo em condições climáticas diferentes, também foi observado a mesma porcentagem de palhada e redução de 43,04% depois da operação de escarificação. Santos *et al.* (2014) encontraram uma redução 75% de palhada utilizando um subsolador convencional, no entanto, um subsolador dotado de disco de corte de palha e rolo nivelador destorroador mantiveram mais de 75% da palha sobre a superfície do solo. Este fato pode explicar a diferença existente entre as safras deste trabalho, em que 2014/2015 a operação de escarificação foi desenvolvido por um escarificador convencional que proporcionou uma redução de 58,63% de palhada, e 2015/2016 por uma escarificador com rolo e disco de corte, causando uma redução menor (43,04%), em comparação ao PD.

A interação entre os sistemas de manejos do solo e da palhada apresentaram destaques na porcentagem de cobertura vegetal foram: PD e RF (rolo-faca); PD e SG (segadora); PD e MQ; EA1 (escarificação anual após um ano) e RF; EA1 e GR; e EA1 e MQ (Tabela 2). Já o manejo de solo com escarificação anual (EA) não proporcionou altos índices de cobertura vegetal, apresentando cobertura do solo inferior a 43%, independentemente do manejo de palha utilizado, não diferindo entre si.

Tabela 2: Desdobramento da interação sistemas de manejos do solo x palha para porcentagem de cobertura vegetal, após o preparo da área em 2015/2016.

Manejo do solo	Manejo de Palha					
	RF	TR	SG	GR1	GR2	MQ
	Cobertura vegetal (%)					
PD	84,25 aAB	76,25 aB	91,50 aA	77,50 aB	78,75 aB	95,00 aA
EA	39,50 bA	39,50 bA	41,25 cA	43,25 bA	40,75 cA	40,75 bA
EA1	87,50 aA	74,50 aBC	70,50 bCD	82,50 aAB	58,75 bD	91,75 aA

Médias seguidas de letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey. Plantio direto (PD); Escarificado anual (EA); Escarificado à um ano (EA1). Rolo-Faca (RF); Triturador (TR); Segadora (SG); Uma operação de gradagem (GR1); Duas operações de gradagem (GR2); Manejo químico (MQ).

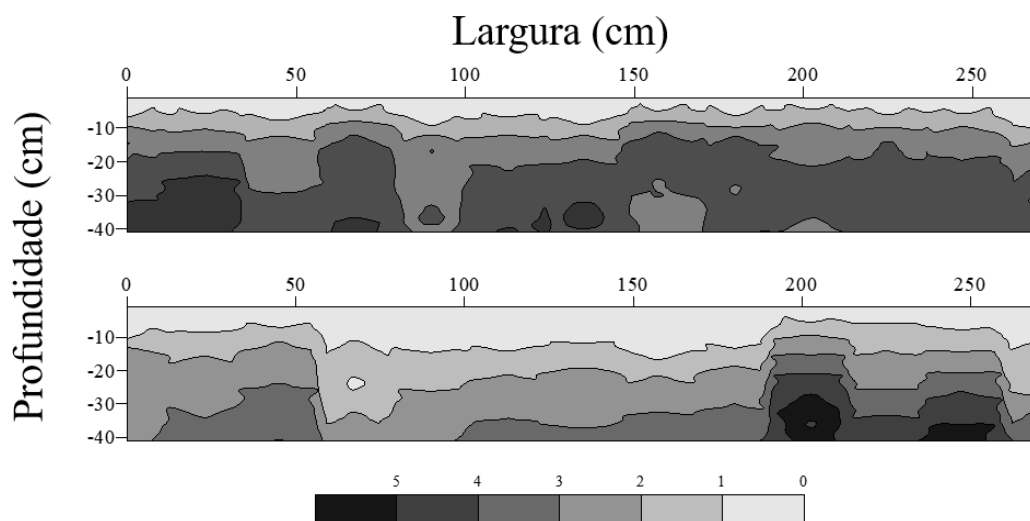
Fonte: Aatoria própria (2015).

Os manejos de palha com RF, TR (triturator), GR1 (uma gradagem) e MQ apresentaram resultados semelhantes quando se utilizaram os manejos de solo PD e EA1. No entanto, nos manejos de palha SG e GR2 (duas gradagens) a cobertura vegetal apresentou comportamento parecido de acordo com o manejo de solo aplicado, em que o PD a cobertura do solo foi maior, e a EA apresentou o menor resultado. O RF se igualou ao MQ (Tabela 2), em que a planta foi preservada intacta, ou seja, não houve fragmentação.

A espacialização dos dados de resistência à penetração (RP), com seus respectivos sistemas de manejos, foi agrupada em 6 classes de tons de cinza em ordem crescente. Na safra 2014/2015 (Figura 1), o manejo escarificado apresentou classe de valor máximo maior que 4 MPa, em locais pontuais da área a partir das camadas de 0,20 m de profundidade, e nas classes de 2 a 4 MPa desde a camada de 0,10 m (Figura 1b). No entanto, a maior porcentagem de preenchimento do perfil apresentou classe de valores até 3 MPa.

O PD demonstrou uma área contínua em toda largura, a partir de 0,15 m, com valor maior que 4 MPa (Figura 1a). Na camada de 0,0 até 0,20 m, onde há o maior desenvolvimento de raízes das plantas, a maior ocorrência foi de até 4 MPa. Tomando como base o valor crítico de 3,5 MPa, por se tratar de solo com sistema de PD (MORAES *et al.*, 2014), os valores de forma geral, estão superior ao esperado. Comparando os dois manejos, percebe-se que a escarificação apresentou um efeito positivo para romper camadas compactadas até 0,35 m, conferindo ao sistema valores considerados adequados para as culturas (3,5 MPa).

Figura 1: Compactação no perfil do solo (MPa) até 40 cm de profundidade, na safra 2014/2015, para plantio direto (a) e escarificação anual (b).



Fonte: Autoria própria (2015).

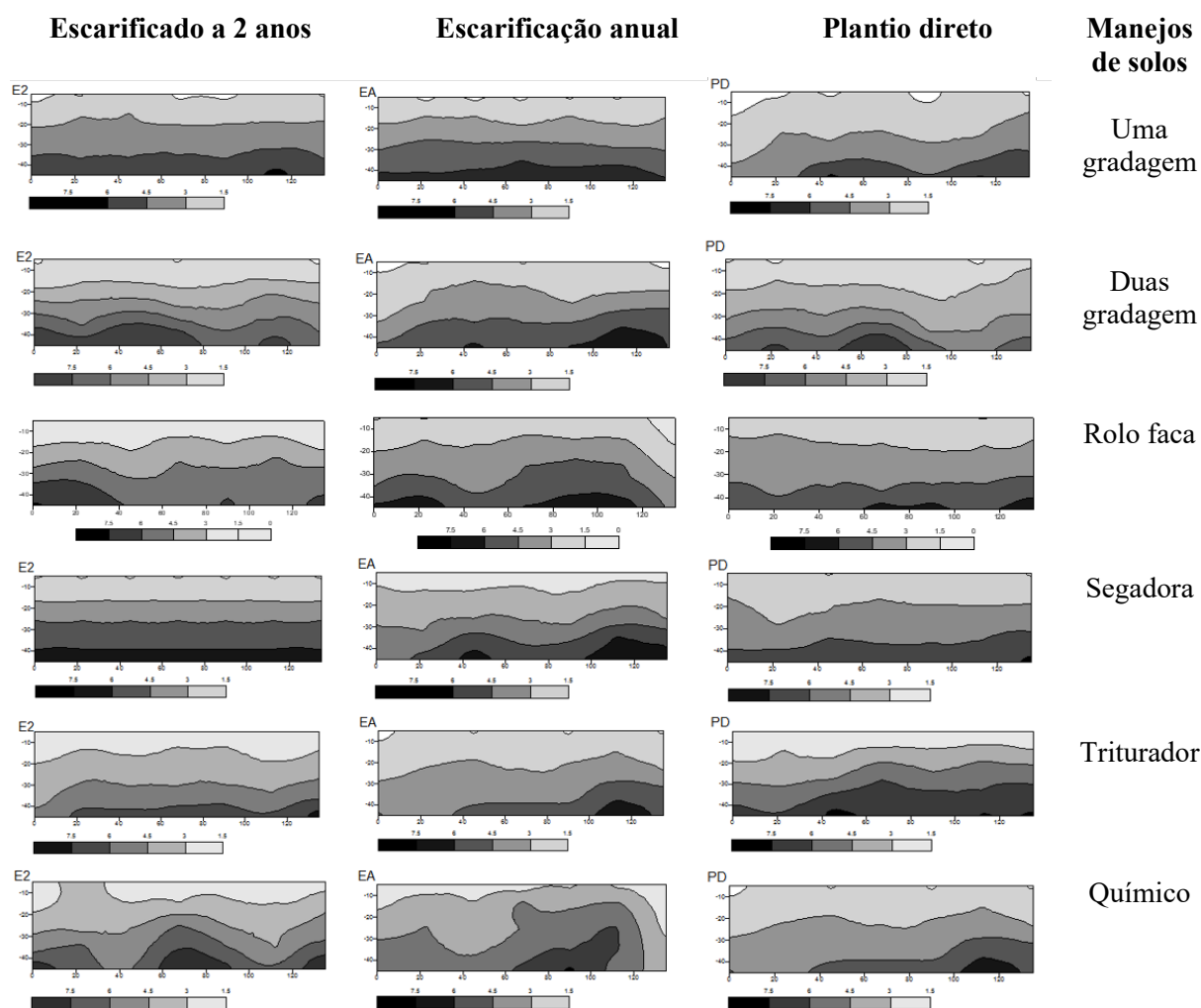
Na safra 2016/2017, após os 3 anos de cultivo e manejos, verifica-se os perfis do solo nos mapas de isolinhas (Figura 2) com os valores de RP divididos em 05 classes de tons de cinza, na ordem crescente, de RP no perfil do solo. Por meio dos mapas de perfil, é possível verificar que a RP aumenta à medida que a profundidade aumenta independentemente do manejo empregado.

No manejo químico, onde houve apenas o manejo de solo quando realizado a escarificação anual ou dois anos, as camadas não apresentaram linearidade das classes dentro

das camadas como nos demais tratamentos, onde houve passagem dos equipamentos de manejo de palha, assim como no PD.

Portanto, a mobilização do solo com a escarificação reduziu a coesão do solo por apenas um ano, sendo que após uma safra não se percebeu mais seu efeito. A escarificação de dois anos já apresenta um perfil no solo, mais similar ao plantio direto do que a escarificação anual.

Figura 2: Perfil do solo com a variabilidade da compactação do solo para os manejos de solo e palha.



Fonte: Autoria própria (2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escarificação anual remove grande parte da cobertura vegetal proporcionada pelo sistema plantio direto.

O manejo químico junto com o rolo faca proporcionam a maior resíduo de cobertura vegetal.

A escarificação após dois anos já apresenta um perfil no solo, mais similar ao plantio direto do que a escarificação anual.

REFERÊNCIAS

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.2, p.449-457, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832000000200021>. Acessado em: Abril. 2023.

CARVALHO, F. L. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo do resíduo cultural de trigo na redução da erosão hídrica do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.14, p.227-234, 1990. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/132491/1/Revistabrasileiradecienciad osolov.11p.7175.pdf>. Acessado em: Abril. 2023.

CARVALHO JUNIOR, O. S. *et al.* Variabilidade espacial de algumas propriedades químicas e físicas de um solo submetido a diferentes sucessões de cultivo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.22, p.497-503, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000300016>. Acessado em: Abril. 2023.

FALKER. Sistema Automatizado de Medição de Compactação - **SoloStar**. Porto Alegre: Falker, 2011. 40p. Disponível em: <https://www.falker.com.br/br/suporte>. Acessado em: Abril. 2023.


GIRARDELLO, V. C. *et al.* Alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob plantio direto induzida por diferentes tipos de escarificadores e o rendimento da soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.35, p.2115-2126, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000600026>. Acessado em: Abril. 2023.

HERNANI, L. C. *et al.* **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1995. 93p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15437623.pdf>. Acessado em: Abril. 2023.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36. n. 6. p. 341-343, 1981. Disponível em: <https://www.jswnonline.org/content/36/6/341/tab-article-info>. Acessado em: Abril. 2023.

MORAES, M. T. *et al.* Critical limits of soil penetration resistance in a rhodic Eutradox. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.1, p.288-298, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/tqXJWhcdK5PMxPKtsMw4Fqk/?format=pdf&lang=en>. Acessado em: Abril. 2023.

SANTOS, C. C. *et al.* Subsolador com disco de corte de palha x subsolador convencional: Manutenção da palha e condição física de um solo sob plantio direto. **RAMVI**, v. 01, n. 01, p.1-11, 2014. Disponível em: https://www.passofundo.ideal.com.br/wp-content/files_mf/9559c71d6151c056100d3c25cc004681193_1.pdf. Acessado em: Abril. 2023.



SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. **Ciência Rural**, v.30, p.795-801, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000500009>. Acessado em: Abril. 2023.

STOLF, R. *et al.* Incorporação de régua para medida de profundidade no projeto do penetrômetro de impacto Stolf. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.5, p.1476-1482, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000500011>. Acessado em: Abril. 2023.