

VARIABILIDADE ESPACIAL DA RESISTENCIA DE UM NITOSSOLO VERMELHO SOBRE DIFERENTES TIPOS DE SUBSOLAGEM

DAVID PERES DA ROSA¹, ALISSON ALVES², CESAR AUGUSTO CANSIAN³,
PAULO CONTE²

¹Eng. Agríc., Prof. Dr do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus Sertão*, Sertão – RS; Núcleo de Estudos em Solos e Máquinas Agrícolas (NESMA); E-mail: david.darosa@sertao.ifrs.edu.br.

²Acadêmico do curso Bacharel em Agronomia do IFRS – *Campus Sertão*, Bolsista PIBIT-CNPq/IFRS, NESMA.

³Acadêmico do curso Bacharel em Agronomia do IFRS – *Campus Sertão*, Bolsista Probiti-FAPERGS/IFRS, NESMA.

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

RESUMO: Objetivo desse trabalho foi verificar a variabilidade espacial da resistência de um solo submetido a dois tipos de subsoladores. O experimento foi instalado em 3 talhões de 0,5ha cada, sendo: solo sob sistema plantio direto há mais de 15 anos (SPD), cultivo mínimo com um subsolador equipado com disco de corte de palha (CMd) e rolo destorroador e sem tais mecanismos (CMc). Foi coletado a resistência do solo à penetração (RP) em uma malha de 6 pontos equidistantes, 3 meses após a subsolagem, sendo que o teor de água do solo estava em capacidade de campo. Na camada 0,00-0,05 m, a RP não ultrapassou 0,67MPa no CMd e CMc, já no SPD chegou até 0,98 MPa. Nos 0,06-0,11m a RP aumentou drasticamente, o CMc apresenta condições similares ao SPD, com RP oscilando de 0,4-2,1MPa, contra 0,55 a 1,43MPa no CMd, mas os valores considerados preocupantes ocorrem em poucas áreas do talhão (> 2,0MPa), em 28 e 19% respectivamente. A partir dos 0,18m, indo até 0,23m, o CMd apresenta um solo com maior resistência do que os demais, oscilando de 1,55 à 2,31MPa, contra 0,5 a 2,13MPa dos demais, apontando para que sua eficiência foi até os 0,18m.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão; subsoladores; compactação

SPATIAL VARIABILITY OF RESISTANCE OF NITOSOL RED UNDER DIFFERENT CHISELING

ABSTRACT: The objective of this work was to verify the spatial variability of the soil resistance of two kinds chisel plow. The experiment was installed in three plots of 0.5ha each, being: soil under no-tillage system for more than 15 years (NT), minimum tillage with a chisel plow equipped with a straw cutting disc (MTd) and a dewatering roller and without it (MTc). The soil resistance to penetration (RP) was collected in a mesh of 6 points equidistant, 3 months after subsoiling, and the water content of the soil was in field capacity. In the 0.00-0.05m layer, the RP did not exceed 0.67MPa in the MTd and MTc, while in the NT it reached up to 0.98MPa. In the 0.06-0.11m RP increased drastically, the MTc presented similar conditions to the SPD, with RP ranging from 0.4-2.1MPa, against 0.55 to 1.43MPa in the MTd, but the values considered worries, occurs in a few areas (> 2.0MPa), in 28 and 19% respectively. From the 0.18m, going up to 0.23m, the MTd presents a soil with greater resistance than the others, ranging from 1.55 to 2.31MPa, against 0.5 to 2.13MPa of the others, showing that efficiency was to 0.18m.

KEY-WORDS: precision agriculture; chisel plow; soil compaction.

INTRODUÇÃO: Com o decorrer dos anos, os solos manejados pelo sistema plantio direto (SPD) vem encontrando problemas de compactação superficial, que está resultando em vários problemas, dentre eles: a redução do contato solo-semente que tem relação direta com a germinação (LIMA et al, 2010), a redução da infiltração de água no solo (KLEIN & KLEIN, 2014; LANZANOVA et al., 2007), o aumento da resistência mecânica à penetração, prejudicando o crescimento radicular das plantas (KAISER et al., 2009), resultando na ampliação da densidade do solo e na redução da macroporosidade (RICHART et al., 2005).

Tais alterações resultam em modificações no potencial produtivo das culturas, haja visto que em solo compactado, a redução da macroporosidade e o aumento da densidade, resultam, quando em um solo seco, uma maior resistência física ao crescimento das raízes, isto é associado ao decréscimo do potencial de água, já em condição adversa, em solo úmido, há falta de oxigênio e elevação das concentrações de etileno na zona radicular, gerando modificações morfológicas e fisiológicas nas plantas na busca por uma adaptação (JIMENEZ et al., 2008). Segundo os dados desta pesquisa, isso alterou os níveis de produtividade das culturas, resultado da degradação de um sistema solo-planta.

Como técnica de descompactação do solo, alguns agricultores e/ou técnicos de campo estão empregando a escarificadores ou a subsoladores, pois esses implementos são capazes de romper as camadas compactadas ou adensadas (ABU-HAMDEH, 2003; BOTTA, et al., 2006) o que facilita a penetração das raízes das culturas, resultando segundo esses autores em benefícios imediatos a estrutura física. Dentre os benefícios, o principal é o aumentando da infiltração da água para as camadas mais profundas do solo, sendo que na óptica do sistema conservacionista, o SPD, segundo ORTIZ-CAÑAVATE & HERNANZ (1989) estes implementos conseguem mobilizar o solo em subsuperfície mantendo a maior parte da cobertura superficial intacta, mantendo assim parcialmente um dos princípios do SPD, a manutenção da cobertura superficial. Benefícios deste implemento foram encontrados na pesquisa de TAYLOR & BELTRAME (1980), expressos pela redução da densidade do solo, que diminui a resistência à penetração das raízes, combinado ao aumento do volume de macroporos (ROSA, 2009), contudo, há várias incertezas sobre seus efeitos, haja visto que há dois tipos básicos de subsoladores, que irão repercutir em diferentes resultados no solo.

O uso dos subsoladores possui dúvidas e incertezas aos agricultores, primeiro é relacionado a sua duração, e segundo em relação a manutenção da palha. Relativo a primeira incerteza, REICHERT et al. (2009) relatam que a duração nas propriedades físicas é de 12 meses em um Argissolo Vermelho-Amarelo, já ROSA et al. (2008) encontraram 24 meses em Latossolo Vermelho, em solo mais argiloso ainda (50-60%), MAHL et al. (2004) encontraram 18 meses em Nitossolo Vermelho. Sobre a manutenção da palha sobre a superfície, SANTOS et al. (2014) comparando o subsolador convencional (apenas chassi, ponteira e haste) contra um subsolador equipado também com disco de corte de palha e rolo destorroador, encontram redução da compactação do solo em ambos os modelos, porém o primeiro incorporou 75% da palha, contra 25% do segundo. Frente a isso, objetivo desse trabalho foi verificar o efeito de dois subsoladores na variabilidade espacial da resistência de um Nitossolo Vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no ano de 2016 em área de produção agrícola do IFRS – *Campus Sertão*, em Nitossolo Vermelho (STRECK et al., 2008) delimitando uma área de 1,5 ha, sendo esta dividida em três talhões. Nos talhões foram sorteados os diferentes sistemas de manejo do solo, sendo: sistema plantio direto (SPD); cultivo mínimo com uso de subsolador convencional (CMc) e cultivo mínimo com uso de subsolador equipado a mais com disco de corte de palha (CMd).

As subsolagens foram realizadas na primeira quinzena de agosto de 2016, e a semeadura realizada no mês de outubro, sendo que os talhões receberam a cultura do milho com os

mesmos tratos culturais.

Para realização da subsolagem, foi empregado um trator de 75 cv de potência nominal, com tração 4 x 2 TDA, o qual tracionou os subsoladores, sendo que o CMc utilizou um subsolador dotado de chassi, 7 hastes inclinada com ponteira tipo estreita, com roda delimitadora de profundidade (FIGURA 1A), já o subsolador do CMD continha disco de corte de palha e rolo destorroador (FIGURA 1B).



FIGURA 1. A) Subsolador dotado de disco de corte e rolo destorroador, B) Subsolador convencional

Para delimitação espacial da área, utilizou-se um GPS da marca Garmin® modelo Etrex 20, bem como, para localização do gride amostral.

Para mensuração da resistência mecânica do Nitossolo Vermelho à penetração (RP), utilizou-se um penetrômetro digital da marca Falker® configurado para coleta de dados à uma profundidade máxima de 0,4m. Avaliação da resistência do solo foi realizada através da técnica de agricultura de precisão, para tal, montou-se um gride amostral de 6 pontos, sendo que em cada ponto mediu-se 3 coletas.

Os parâmetros avaliados foram tabulados em planilhas eletrônicas, processados através da do software Campeiro 7®, o qual foi utilizado para realizar o mapa de contorno, a montagem dos grides e os mapas de isolinhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A umidade gravimétrica do solo, no momento das leituras da resistência do solo foi de $31,9 \pm 0,8$ %, representando variação inferior a 5%; assim sendo, optou-se por considerar a umidade uniforme no solo da área em estudo. Na primeira camada compreendida de 0,00-0,05 m a resistência a penetração (RP) ficou de 0,11 a 1,07 MPa (FIGURA 2A,C,E), demonstrando o efeito da mobilização realizada pelos elementos sulcadores na área, em que para o espaçamento utilizado na semeadura, 0,45 m, representa 45% da área mobilizada. Em solo Argissolo no papa argentino com a cultura da soja, BOTTA et al. (2010), comparando escarificador e subsolador encontraram redução da RP até 0,30 m, em que em ambos implementos não ultrapassaram 1,0 MPa. Comparando os sistemas de manejo, é visível maior variabilidade espacial no SPD (FIGURA 2A), o que pode ser atribuído as áreas que não há mobilização pela haste sulcadora, o que no CMc e no CMD ocorreu a mobilização pelos subsoladores.

Na camada de 0,06-0,11 m (FIGURA 2B, D, F) zonas com restrição de resistência começam a aparecer no solo manejado pelo SPD e CMc, contudo, em pequenas áreas, em 8% no SPD7 e 8,16%, considerando como restritivo 2 a 2,5MPa por BETIOLI et al. (2012). O CMD teve menor variabilidade da RP, haja visto que das 6 classes utilizadas no mapa, a resistência se concentrou nas 4 primeiras, ou melhor 95,91% nas 3 primeiras classes que variaram de 0,44 a 1,28 MPa, e apenas 4,09% na 4 classe. Tal resultado pode estar atribuído ação do disco de

corte de palha, que ao realizar o corte da palhada acaba realizando um “pré-corte” inicial do solo, isto irá facilitar a ruptura pela haste subsoladora.

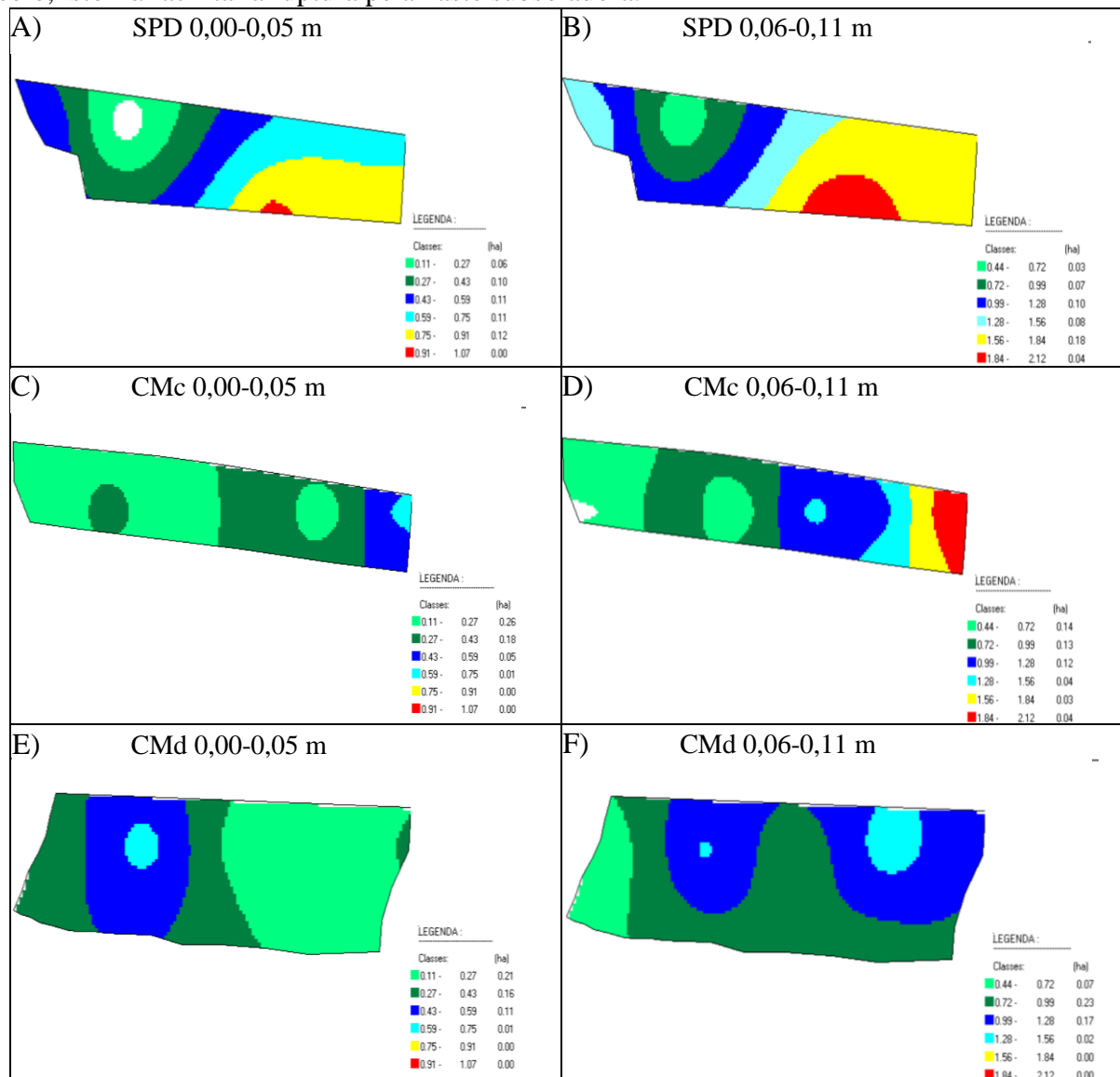


FIGURA 2. Mapa de isolinhas da resistência mecânica à penetração do Nitossolo Vermelho submetido ao sistema plantio direto (A, B), cultivado mínimo com subsolador convencional (C, D), e cultivado mínimo com subsolador equipado com disco de corte e rolo destorroador (E, F) nas camadas de 0,00-0,05 m (A, C, E) e 0,06-0,11 m (B, D, E).

Em Argissolo Vermelho, GENRO JR et al. (2004) sob SPD, encontrara elevada variabilidade temporal da RP, atribuindo a variabilidade espacial da umidade do solo. Para FIDASKI et al. (2006) a variação temporal da dependência espacial da resistência do solo à penetração ocorre nas camadas de 0,05-0,20 m, estes autores encontram RP variando ao longo do perfil tanto no SPD como no solo com CM, aumentando no sentido que aumenta a profundidade, corroborando com os dados deste trabalho.

Na camada de 0,12-0,17m (FIGURA 3A, C, E), considerada em parte a camada de concentração das tensões geradas pelo tráfego de máquinas agrícolas por REICHERT et al. (2008), que relata de 0,08-0,15 m, surge uma área maior de restrição ainda no SPD e CMc, sendo 28% e 22,4% respectivamente. No CMD, ainda há efeito da mobilização pelo subsolador, pois ao longo da área não houve RP restritiva. Nesse tratamento, 91,83% ficou

concentrado em duas classes, a de 1,51-1,76 MPa e 1,76-2,0 MPa, o restante na primeira e segunda classe. No SPD há maior variação da RP, seguindo a tendência das camadas anteriores, no entanto, os valores foram menores que a pesquisa da BOTTEGA et al. (2011), que na profundidade de 0,12 m encontraram 5,3 MPa, e nos 0,16 m, 5,2 MPa em Latossolo Vermelho sob SPD há 10 anos. Tal fato deve estar atribuído ao teor de água do solo que foi de 18%, menor que o encontrado aqui, haja visto que a umidade age como lubrificante a penetração da haste do penetrômetro.

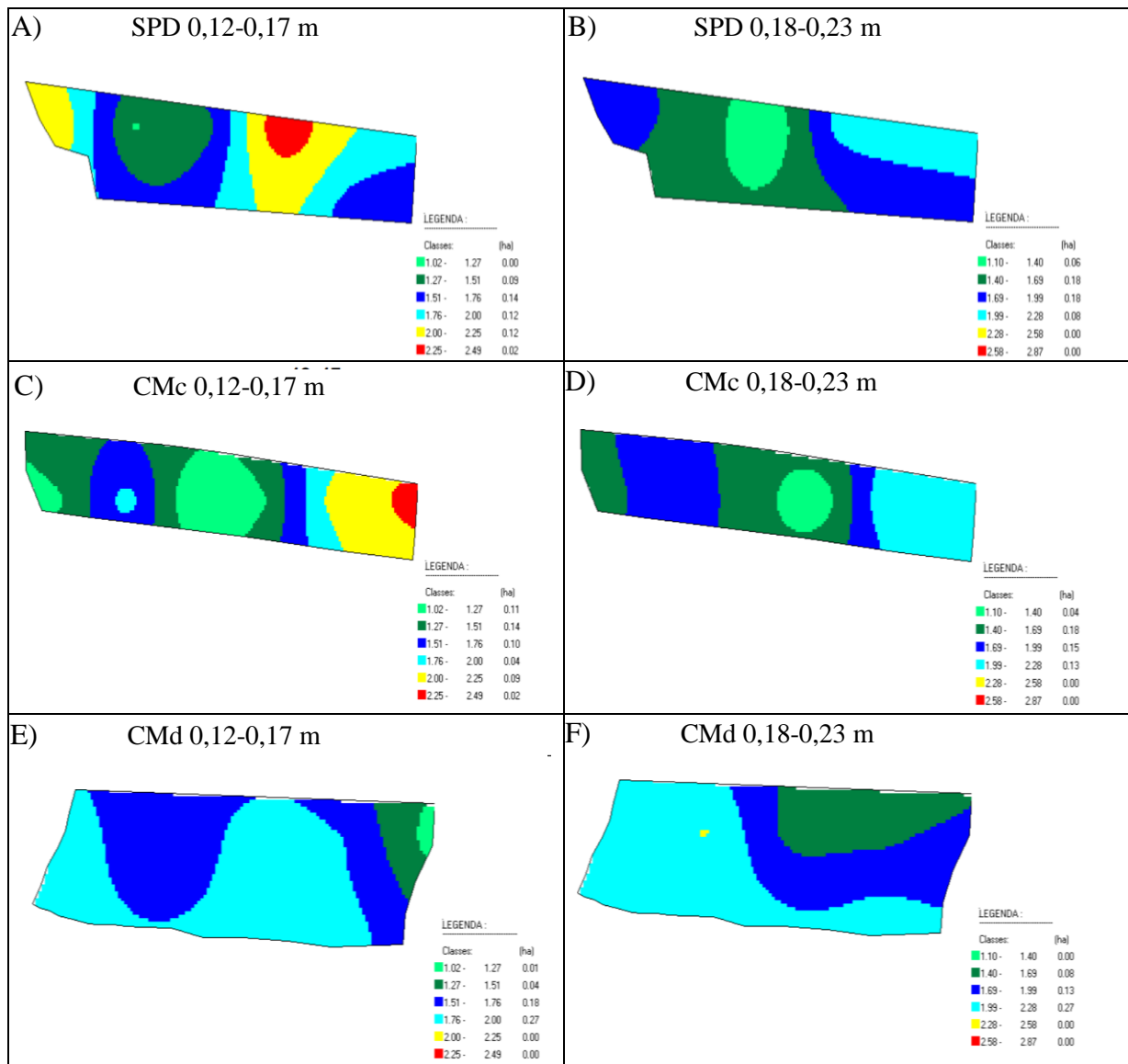


FIGURA 3. Mapa de isolinhas da resistência mecânica à penetração do Nitossolo Vermelho submetido ao sistema plantio direto (A, B), cultivo mínimo com subsolador convencional (C, D), e cultivo mínimo com subsolador equipado com disco de corte e rolo destorreador (E, F) nas camadas de 0,12-0,17 m (A, C, E) e 0,18-0,23 m (B, D, E).

A camada 0,12-0,17 m foi a de maior restrição, corroborando com REICHERT et al. (2008) e BOTTEGA et al. (2011), apontando para estratégias de redução no SPD, bem como, demonstra que o subsolador convencional já possui restrições após 5 meses transcorrida a subsolagem. Na camada de 0,18-0,23 m (FIGURA 3B, D, E) houve redução da RP em todos tratamentos, apontando que nessa camada não há mais alteração provocada pela ação

antrópica, pois a origem da compactação do solo tem duas fontes, as forças externas oriundas do tráfego de máquinas e equipamentos agrícolas e, de forças internas advindas dos ciclos de umedecimento e secagem, expansão e contração da massa do solo (GUIMARÃES et al., 2013).

Na sub superfície, 0,24-0,30 m (FIGURA 4A, B, C) não ultrapassou 2,06 MPa, o que demonstra que não há problemas nesta camada em nenhum dos tratamentos, corroborando com as discussões anteriores.

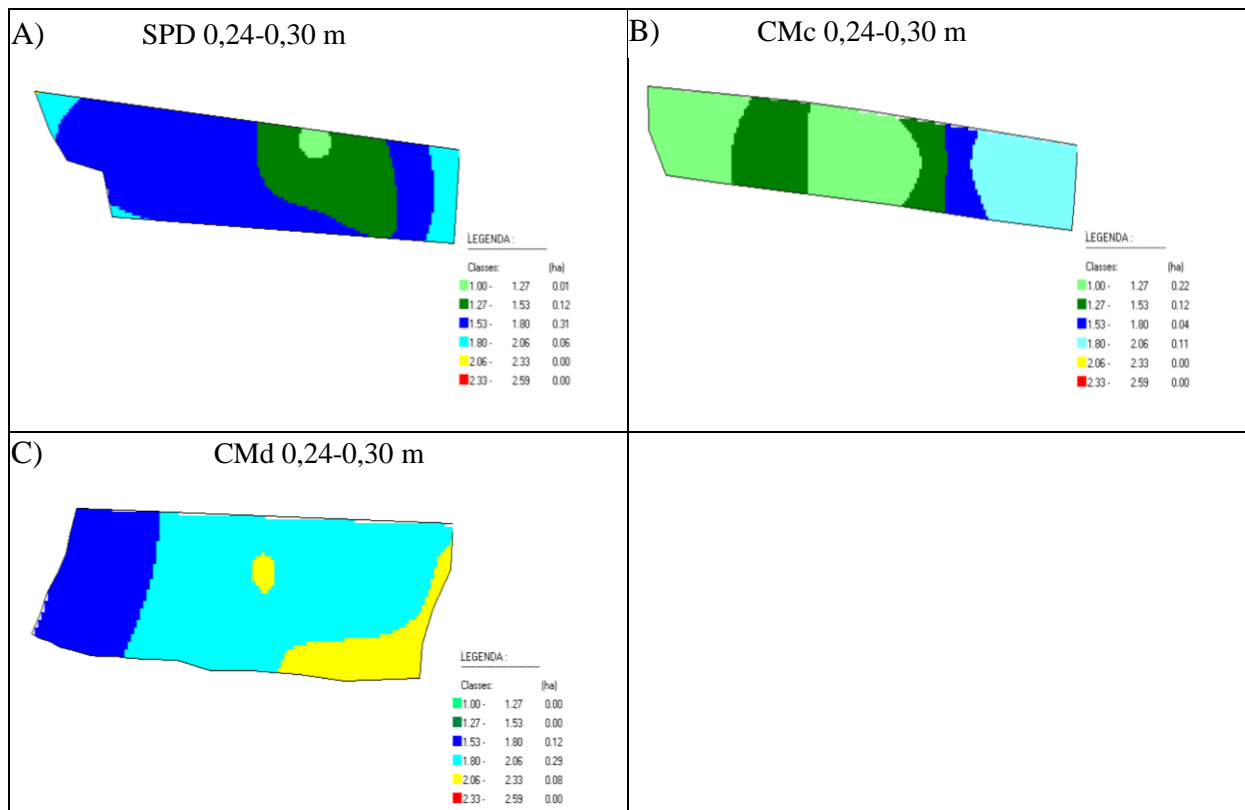


FIGURA 4. Mapa de isolinhas da resistência mecânica à penetração na camada de 24-30cm do Nitossolo Vermelho submetido ao sistema plantio direto (A), cultivo mínimo com subsolador convencional (B) e cultivo mínimo com subsolador equipado com disco de corte e rolo destorroador (C).

Ao longo de todo o perfil analisado é perceptível que o SPD e CMc apresentaram maior variabilidade da RP, apontando sempre variações entre as classes do mapa, contudo, restrições começam apenas após 0,11m, isto está em acordo com BOTTEGA et al. (2011). Segundo CRUZ et al. (2003) como o revolvimento do solo no sistema plantio direto é reduzido, pode ocorrer a formação de camadas compactadas pela distribuição das pressões exercidas na superfície do solo pelas máquinas agrícolas, o que irá gerar tamanha variabilidade.

CONCLUSÕES: Nos primeiros 0,05 m é visível o efeito da mobilização dos sulcadores na semeadura, sendo que o solos sob sistema plantio direto demonstra maior variabilidade espacial da resistência até os 0,18 m, acompanhado do solo subsolado por um subsolador convencional.

A presença de disco de corte e rolo destorroador no subsolador favorece a mobilização nas camadas iniciais, sendo que ação deste tipo de implemento é encontrado até os 0,20 m, e, proporciona menor variabilidade da resistência ao longo desse perfil.

Há uma camada mais densa dos 0,11 a 0,18 m em todos sistemas em estudo.

REFERÊNCIAS

- ABU-HAMDEH, N.H. Compaction and subsoiling effects on corn growth and soil bulk density. *Soil Science Society of America Journal*, v. 67, p. 1213–1219, 2003.
- BETIOLI JÚNIOR, E.; MOREIRA, W. H.; TORMENA, C.A.; FERREIRA, C.J.B.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N.F.B. Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.971-982, 2012.
- BOTTA, G.F.; JORAJURIA, D.; BALBUENA, R.; RESSIA, M.; FERRERO, C.; H. ROSATTO, H.; TOURN, M. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annuus L.*) yields. *Soil Tillage Research*, v. 1, p. 164-172, 2006.
- CRUZ, A.C.R.; PAULETTO, E.A.; FLORES, C.A.; SILVA, J.B. Atributos físicos e carbono orgânico de um Argissolo vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 1105-1112, 2003.
- BOTTEGA, E.L.; BOTTEGA, S.P.; SILVA, S. de A.; QUEIROZ, D.M. de; SOUZA, C.M.A. de; RAFULL, L.Z.L. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em um Latossolo Vermelho distroférrico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, p.331-336, 2011.
- 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. 28, p. 477-484, 2004.
- GUIMARÃES, R.M.L.; TORMENA, C.A.; BLAINSKI, E.; FIDALSKI, J. Intervalo hídrico ótimo para avaliação da degradação física do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, p. 1512-1521, 2013
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e da taxa de estratificação de carbono orgânico do solo em um Latossolo Vermelho eutroférrico. *Ciência Rural*, v. 36, p.1773-1779, 2006.
- KAISER, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; COLLARES, G.; 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, p. 845-855, 2009.
- KLEIN, C.; KLEIN, V.A. Influência do manejo do solo e na infiltração de água. *Rev. Mo. Amb.*, v. 13, p. 3915-3925, 2014.
- JIMENEZ, R.L.; GONÇALVES, W.G.; ARAÚJO FILHO, J.V.; ASSIS, R.L.; PIRES, F.R.; SILVA, G.P. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo vermelho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 116-121, 2008.
- LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L. F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 1131-1140, 2007.
- LIMA, C.L.R. de; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, p. 89-98, 2010.
- MAHL, D.; GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, A.R.B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. *Engenharia Agrícola*, v. 24, p. 150-157, 2004.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J.; HERNANDEZ, J.L. Técnica de la mecanización agraria. 3º ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 641p.
- REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J. Compactação do solo em sistema agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. (Org.). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: sociedade

Brasileira de Ciência do Solo, v. 5, p. 49-134, 2008.

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, p. 310-319, 2009.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O.R.; LLANILLO, R.F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. Semina, v. 26, p. 321-344, 2005.

ROSA, D.P., REICHERT, J.M., SATTLER, A. REINERT, D.J. Relação entre solo e haste sulcadora de semeadora em Latossolo escarificado em diferentes épocas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, p. 395-400, 2008.

ROSA, D.P. da. Relação solo-máquina-planta num Argissolo cultivado e sob campo nativo., 2009. 109p. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SANTOS, C.C. dos ; ROSA, D.P. da ; PAGNUSSAT, L. ; PESINI, F. ; FINCATTO, D. . Subsolador com disco de corte de palha x subsolador convencional: Manutenção de palha e condição física de um solo sob plantio direto. Revista de Agronomia e Veterinária IDEAU, v. 1, p. 25-36, 2014.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.D.; SCHNEIDER, P.; PINTO, L.F.S. Solos do Rio Grande do Sul. UFRGS: EMATER/RS-ASCAR. 2008.

TAYLOR, J.C.; BELTRAME, L.F.S. Por que, quando e como utilizar a subsolagem. Lavoura Arrozeira, v. 3, p. 34-44, 1980.