

RESISTÊNCIA MECÂNICA À PENETRAÇÃO EM UM NITOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO CONDUZIDO EM TRÊS TIPOS DE USO

MECHANICAL RESISTANCE OF THE SOIL TO PENETRATION IN A DISTROFERRIC RED NITOSOL CONDUCTED IN THREE KINDS OF USE

Modalidade: Descrição de Caso Técnico

Daniela da Silva¹, Ânderson Scalvi Somer¹, Artur Zancan¹, Júlio Tagliari Balestrin¹,
Micheli Rita Cassol², Rosana Deliberal¹, David Peres da Rosa³

¹Acadêmicos de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – Campus Sertão, Rodovia RS 135 km 25 – Distrito Eng.º Luiz Englert, 99170-000, Sertão – Rio Grande do Sul, Brasil, daniela.dsillva@gmail.com, andersonssommer@gmail.com, zancan.artur@gmail.com, juliotbalestrin@gmail.com, rosanadeliberal@hotmail.com

² Eng.ª Agr., Sertão – RS, Brasil, micheli.ifrs@gmail.com

³ Eng. Agrícola, Prof. Doutor do IFRS-Campus Sertão, NESMA, Sertão – Rio Grande do Sul, Brasil, david.darosa@sertao.ifrs.edu.br

RESUMO

A resistência do solo à penetração é utilizada para expressar a resistência ao crescimento das raízes frente ao estado físico do solo. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em um Nitossolo Vermelho Distroférrico com três sistemas de manejo. O estudo foi realizado no município de Sertão-RS, em solo com três diferentes usos: produção de grãos, pastagem e mata nativa. Foi avaliada a resistência mecânica do solo à penetração em quatro camadas: 0-0,05m, 0,05-0,10m, 0,10-0,15m e 0,15-0,20m. Os resultados demonstram que a resistência à penetração do solo apresenta distribuição dependente do manejo da área amostrada, sendo que na área de grãos e pastagem os valores de resistência à penetração atingem a classe de 1636,44 kPa a 2091,87 kPa. O efeito do manejo sobre a resistência mecânica torna-se evidente entre profundidades de 0,10 a 0,20 m do solo.

Palavras-chave: Compactação. Camadas. Penetrômetro.





ABSTRACT

Soil penetration resistance is used to express the resistance to root growth against the physical state of the soil. The objective of this work was to characterize the spatial variability of soil mechanical resistance to penetration in a Red Nitosol with three management systems. The study was carried out in the municipality of Sertão-RS, in soil with three different uses: grain production, pasture and native forest. The soil mechanical resistance to penetration in four layers was evaluated: 0-0.05m, 0.05-0.10m, 0.10-0.15m and 0.15-0.20m. The results show that the resistance to penetration of the soil has a distribution dependent on the management of the sampled area. In the pasture and grains area, the penetration resistance values range from 1636.44 kPa to 2091.87 kPa. The effect of management on mechanical strength becomes evident between depths of 0.10 to 0.20 m of soil.

Keywords: Compaction. Layers. Penetrometer

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), cerca de 33% dos solos do mundo estão degradados, sendo que compactação, erosão, salinização, acidificação e contaminação estão entre os principais causadores (FAO, 2015). Isso desperta atenção para uma demanda crescente de alimentos sem grandes possibilidades de incorporação de novas áreas, portanto há necessidade de otimizar recursos como solo e água.

O manejo na agricultura desenvolvida nas diferentes regiões brasileiras tem resultado na compactação dos solos, tanto em sistemas plantio direto e preparo convencional, como em sistemas de pastagens (ANDRADE et al., 2013). Nesse tipo de uso, há o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), o qual é praticado no sul do Brasil, baseia-se no uso de culturas anuais de inverno sob pastejo e cultivado em sucessão às culturas de lavoura, principalmente soja e milho (MORAES et al., 2002).

Quando o solo é compactado, o crescimento das plantas é reduzido em virtude da diminuição da disponibilidade de água, devido à restrição do desenvolvimento das raízes (REICHERT et al., 2008), bem como a redução da capacidade de aeração, ocasionada pela redução dos macroporos do solo e limitação à retenção da água pelos microporos (STRECK et al., 2004). Tais condições físicas alteram direta e indiretamente a produção das culturas. Nesse sentido, solos agregados e manejados corretamente garantem um balanço equilibrado de ar, água e matéria mineral, otimizando a ciclagem de nutrientes e o crescimento do sistema radicular das plantas. Para avaliação da qualidade física do solo, a resistência à penetração é considerada uma das formas de quantificar o grau de compactação do solo, sendo que representa um importante atributo da dinâmica de crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas (TORMENA & ROLOFF, 1996; PEREIRA et al., 2002).

O objetivo desse trabalho foi apresentar em forma de estudo de caso o resultado da avaliação do efeito de três sistemas de uso do solo na variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração de um Nitossolo Vermelho.

O presente estudo foi realizado no período do mês de abril de 2017, sendo conduzido em áreas de produção de culturas anuais e de vegetação nativa no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão. O solo da localidade é classificado como





Nitossolo Vermelho Distroférico (STRECK et al., 2008).

2 DESCRIÇÃO DE CASO TÉCNICO

O estudo de caso consistiu de diferentes sistemas de manejo, com os seguintes tratamentos: produção de Grãos (G), Pastagem (P), ambos com sistema plantio direto consolidado e Mata nativa (M). Na área destinada ao cultivo de pastagem, é explorado a atividade pecuária, sendo que na última safra foi cultivada com aveia preta (*Avena strigosa* L.) no período do inverno e sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L.) no período do verão. A área de grãos é utilizada apenas para cultivo de culturas anuais por mais de dez anos, sendo que na última safra foi implantado centeio (*Secale cereale* L.) no período de inverno, e soja (*Glycine max* L.) no período de verão. A área com Mata encontra-se em sua condição natural, sem qualquer intervenção. As avaliações foram realizadas no período de entressafra das referidas áreas de cultivo.

Para avaliar e quantificar a influência dos diferentes usos do Nitossolo Vermelho Distroférico, foi mensurado a resistência mecânica à penetração (RP) de cada sistema de produção. Inicialmente, foi realizado o georreferenciamento das áreas com o auxílio de um equipamento GNSS Garmin®, sendo gerado um mapa de contorno, para utilizar o *software* Sistema Agropecuário CR Campeiro 7, para realizar uma amostragem em grade ("grid") de 0,25 ha, sendo cada grid constituído por um ponto amostral ($n = 58$ pontos).

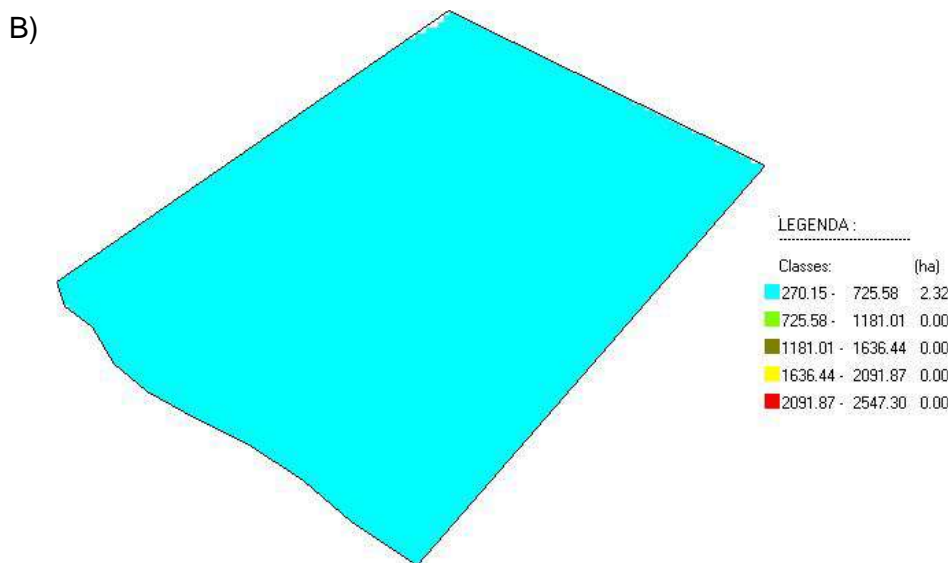
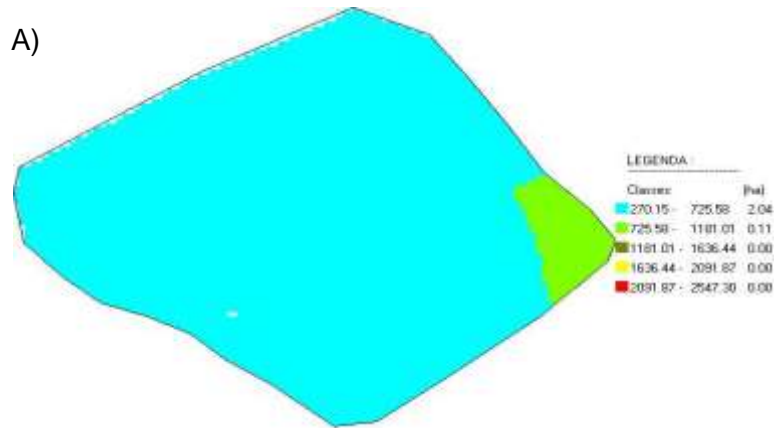
As coletas foram realizadas com o solo em capacidade de campo. Para medir a RP foi utilizado o penetrômetro digital, que possui uma capacidade de armazenamento automático de dados a cada 0,01m após a coleta de campo. No escritório, os dados foram separados em camadas de 0-0,05m, 0,05-0,10m, 0,10-0,15m e 0,15-0,20m, sendo os mesmos em função da variação existente ao longo do perfil.

Os dados foram utilizados para gerar mapas de resistência à penetração utilizando o *software* Sistema Agropecuário CR campeiro 7, através do auxílio da metodologia de "krigagem", permitindo a análise comparativa necessária. Os resultados obtidos foram compilados a seguir.

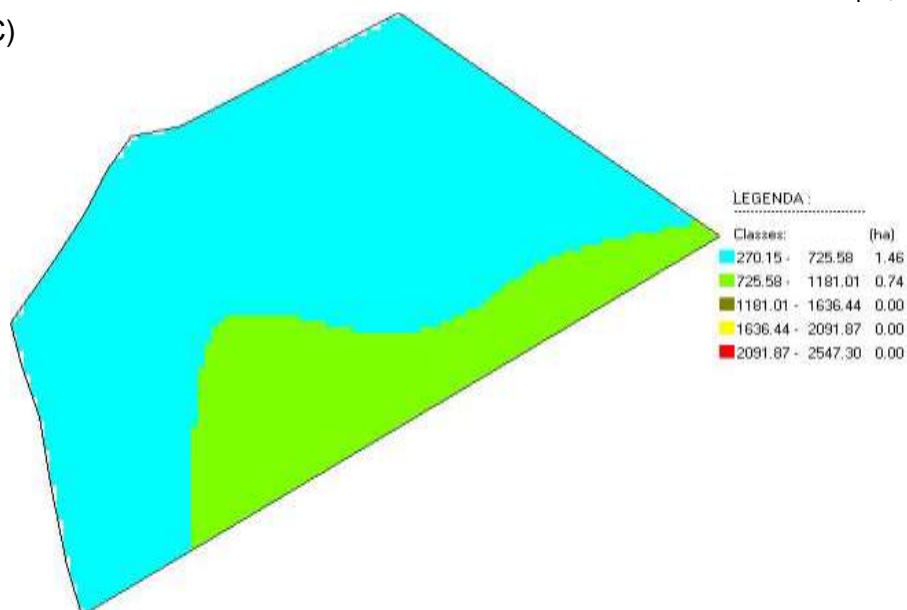
Na camada de 0-0,05 m (Figura 1), na área de mata nativa (M), a resistência à penetração (RP) foi maior, quando comparado à área de pastagem (P) e produção de grãos (G). Para a área da mata nativa (M) os valores encontrados foram de 270,15 a 725,58 kPa (66,37% da área) e 725,58 a 1181,01 kPa (33,63%), onde esse último demonstra uma maior resistência. Na área de grãos variou de 270,15 a 725,58 kPa (94,88%) e 725,58 a 1181,01 kPa (58,12%). Já no manejo com pastagem apresentou a totalidade da área sob resistência de 270,15 a 725,58 kPa.



Figura 1 - Mapas de isolinhas da resistência mecânica do Nitossolo Vermelho à penetração (kPa) na camada 0-0,05 m em área de grãos (a), pastagem (b) e mata nativa (c).



C)



Os valores menores encontrados na área sobre produção de grãos e pastagem pode ser devido a ação dos mecanismos sulcadores de semeadoras utilizadas na implantação das culturas produzidas no sistema plantio direto. Mello et al. (2002) relata que tais mecanismos podem romper o solo na linha da semeadura, provocando uma redução na densidade do solo e resistência à penetração, além de um aumento na macroporos do solo.

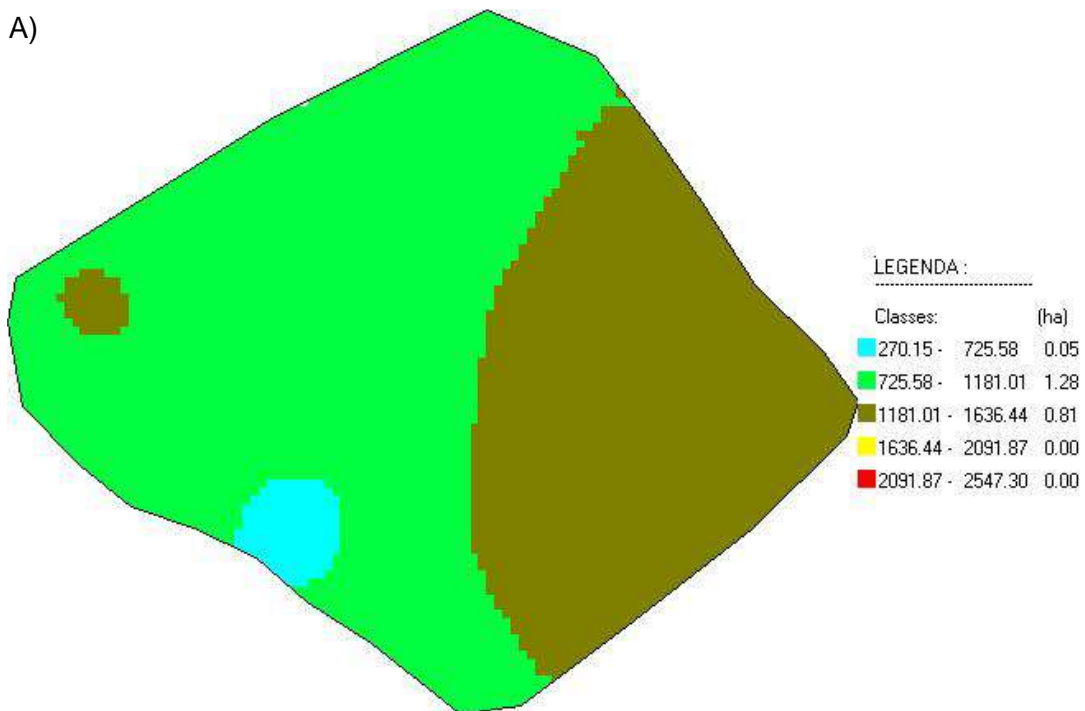
Na camada de 0,05-0,10m (Figura 2) a RP na área com grãos teve 59,81% da área de 725,58 a 1181,01 kPa, seguido de 37,85% de área com 1181,01 a 1636,44 kPa e o restante, 2,14% com 270,15 a 725,58 kPa. Na pastagem há menor variabilidade: 92,24% da área apresentou RP de 1181,01 a 1636,44 kPa; 6,9% entre 1636,44 a 2091,87 kPa e 0,86% entre 725,58 a 1181,01 kPa. Na área de testemunha, a Mata, foi de 1181,01 a 1636,44 kPa (79,54%) e 725,58 a 1181,01 (20,45%),

Conforme observado, os valores nessa camada se demonstraram inferiores à restrição de desenvolvimento de raízes. Essa variabilidade para o mesmo manejo é explicada por Tormena & Roloff (1996), que destaca que nas camadas mais superficiais do solo os valores médios de RP tendem a apresentar uma grande variação, podendo ser a mais influenciada pelo tráfego de máquinas e/ou animais.

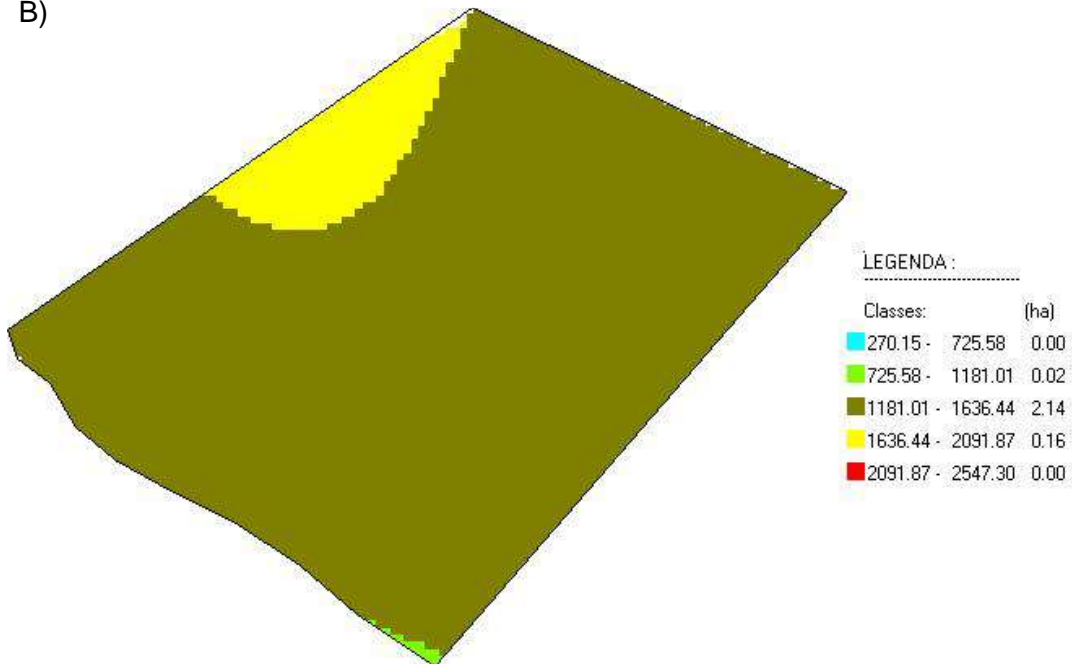
Diferente do manejo com pastagem, a área cultivada com grãos apresentou em sua maioria índices inferiores de RP, tendo a maior parte de sua área na faixa de 725,58 a 1181,01 kPa, enquanto a mata nativa teve os dados de RP concentrados na faixa de 1181,01 kPa a 1636 44 kPa, sendo que esse fato pode ser correlacionado ao efeito do pisoteio excessivo dos animais assim como a redução da palhada, proporcionando um aumento na possibilidade de compactação desta camada.

Figura 2 - Mapas de isolinhas da resistência mecânica do Nitossolo Vermelho Distroférico à penetração (kPa) na camada 0,05-0,10 m em área de grãos (a), pastagem (b) e mata nativa (c).

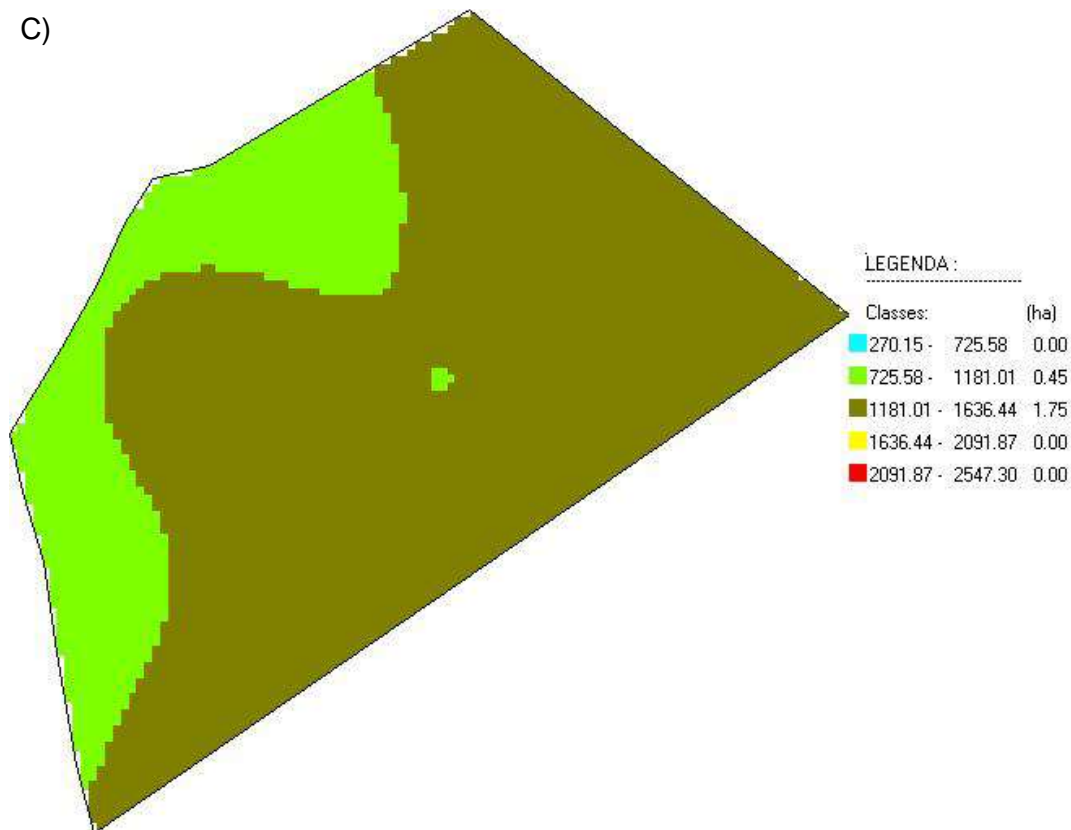
A)



B)



C)



Apesar do pisoteio proporcionado pelos animais, os dados dessa camada superficial não apresentaram valores considerados limitantes (>2000 kPa) para o desenvolvimento radicular das plantas (TAYLOR et al., 1966).

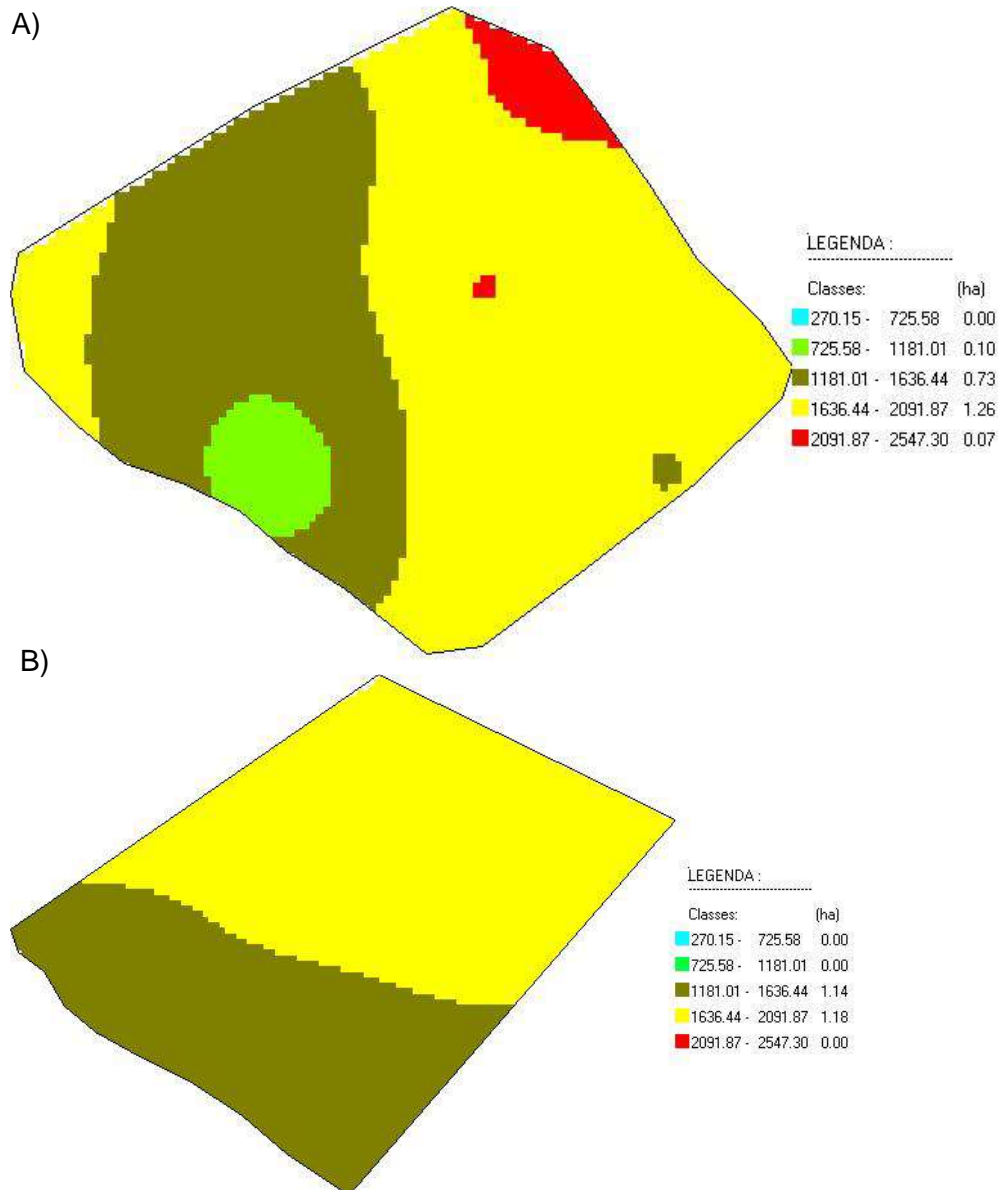
Na camada de 0,10-0,15 m (Figura 3), é visível ampliação da resistência, chegando a valores da última classe, 2091 a 2547 kPa, considerada restritiva (TAYLOR et al., 1966). Para área de produção de grãos 58,33% da área ficou com RP de 1636,44 a 2091,87 kPa, 33,8% de 1181,01 a 1636,44 kPa. É destacado o maior estado de compactação observado para essa profundidade. Para pastagem também teve maior parte da área com RP de 1636,44 a 2091,87, 50,86%, o restante teve variação de 1181,01 a 1636,44 kPa. Conte et al. (2007) analisando os valores de resistência mecânica do solo à penetração, destacam que o efeito do pastejo foi detectado até 0,12 m. Para a área testemunha, representada pela Mata, 80,45% da área teve RP de 1181,01 a 1636,44 kPa e o restante 725,58 a 1181,01 kPa, mostrando melhores condições nesse uso, fato esperado pela falta de ação antrópica nessa área.

Genro Junior et al. (2004) explicam que o maior estado de compactação no solo sob sistema plantio direto está próximo aos 0,10 m de profundidade, nesse sentido, verifica-se que o solo atingiu valores maiores a 2.000 kPa, que é considerado como limite crítico ao desenvolvimento do sistema radicular da maioria das culturas (TORMENA et al., 1998; LAPEN et al., 2004; SILVA et al., 2004). As camadas de 0,10 a 0,15m foram as que apresentaram maior resistência à penetração em sistema de pastagem e cultivo de grãos, ocorrendo em razão do efeito acumulativo da pressão que é exercida na camada mais superficial do solo.

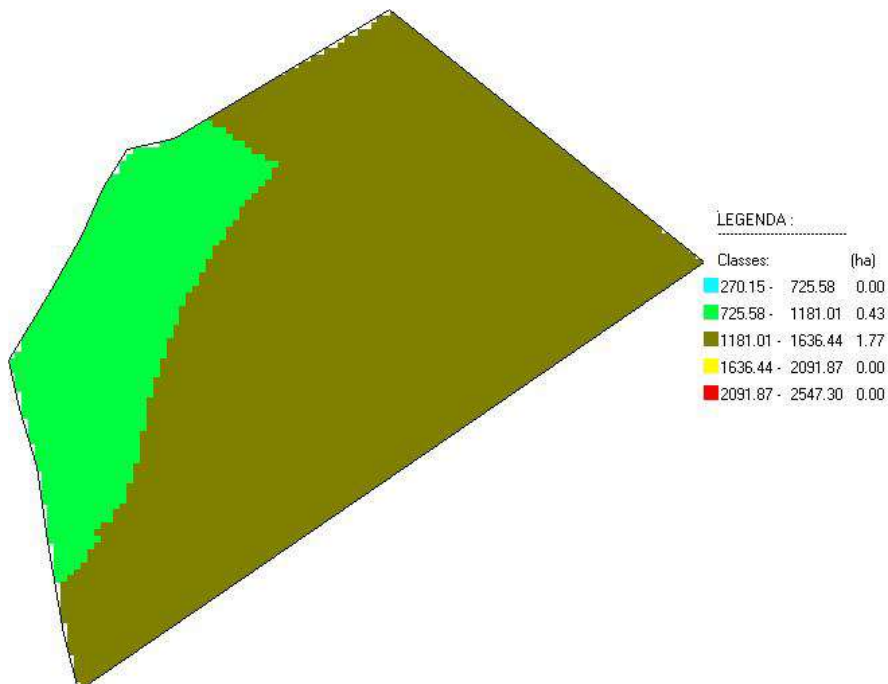
Segundo Pereira et al. (2005), a compactação do solo aumenta sua densidade e a resistência mecânica à penetração, sendo que estes impactos podem ser de maior ou menor

intensidade, dependendo da textura e das condições de umidade do solo e do tipo de manejo adotado na área. Alta compactação do solo define uma alta resistência à penetração, ocasionando um impedimento mecânico ao adequado crescimento das raízes das plantas (KLEIN & Klein, 2014), além de uma expressiva alteração do comportamento da infiltração e escoamento das águas, podendo gerar erosão (OLIVEIRA, 2010).

Figura 3 - Mapas de isolinhas da resistência mecânica do Nitossolo Vermelho à penetração (kPa) na camada 0,10-0,15 m em área de produção de grãos (a), pastagem (b) e mata nativa (c).



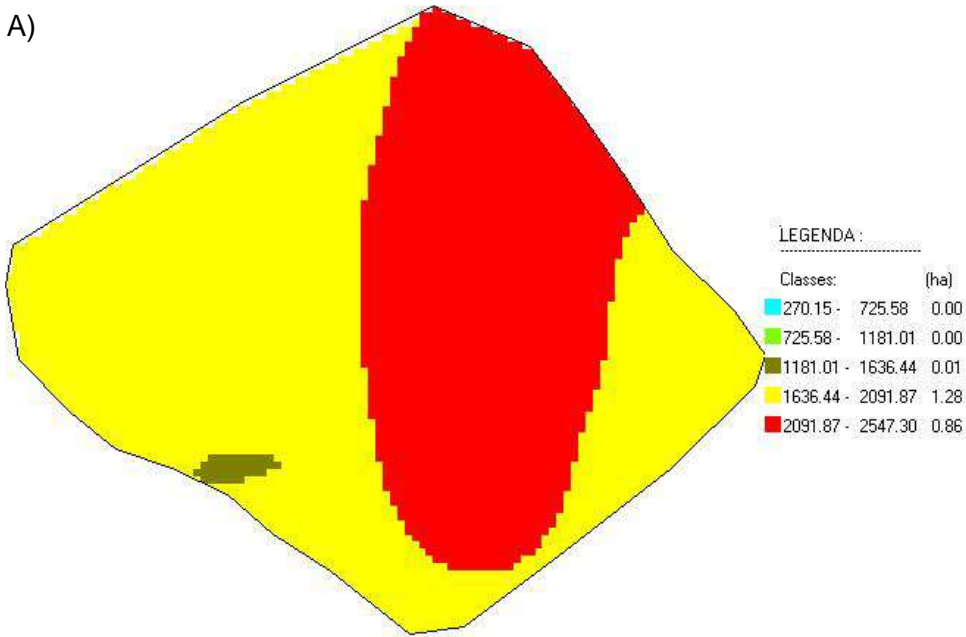
c)



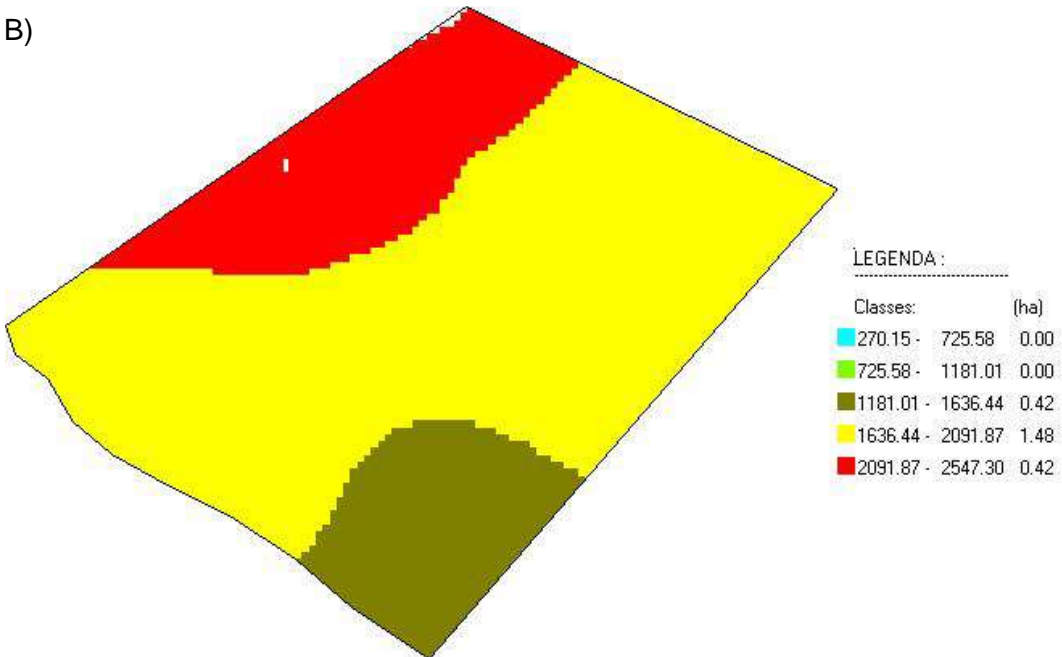
Na camada de 0,15-0,20 m (Figura 4) os resultados para a área explorada com grãos foram de 59,43% da área entre 1636,44 kPa a 2091,87 kPa e 40% entre 2091,87 kPa a 2547,30 kPa, ou seja, aumentou a área com restrição. Na Pastagem foi 63,79% com 1636,44 kPa a 2091,87 kPa e 18,10% entre 2091,87 kPa a 2547,30 kPa e, fato que na Mata de 65,91% da área ficou de 1181,01 kPa a 1636,44 kPa e 34,09% entre 725,58 kPa a 1181,01 kPa, apontando novamente para melhores condições físicas na área com mata nativa. Estes resultados são semelhantes aos encontrados na camada 0,10-0,15, onde o Nitossolo das áreas cultivadas (pastagem e grãos) apresentaram maior resistência à penetração, indicando que em determinadas áreas o solo está sujeito aos efeitos do processo de compactação.

Figura 4 - Mapas de isolinhas da resistência mecânica do Nitossolo Vermelho à penetração (kPa) na camada 0,15-0,20 m em área de grãos (a), pastagem (b) e mata nativa (c).

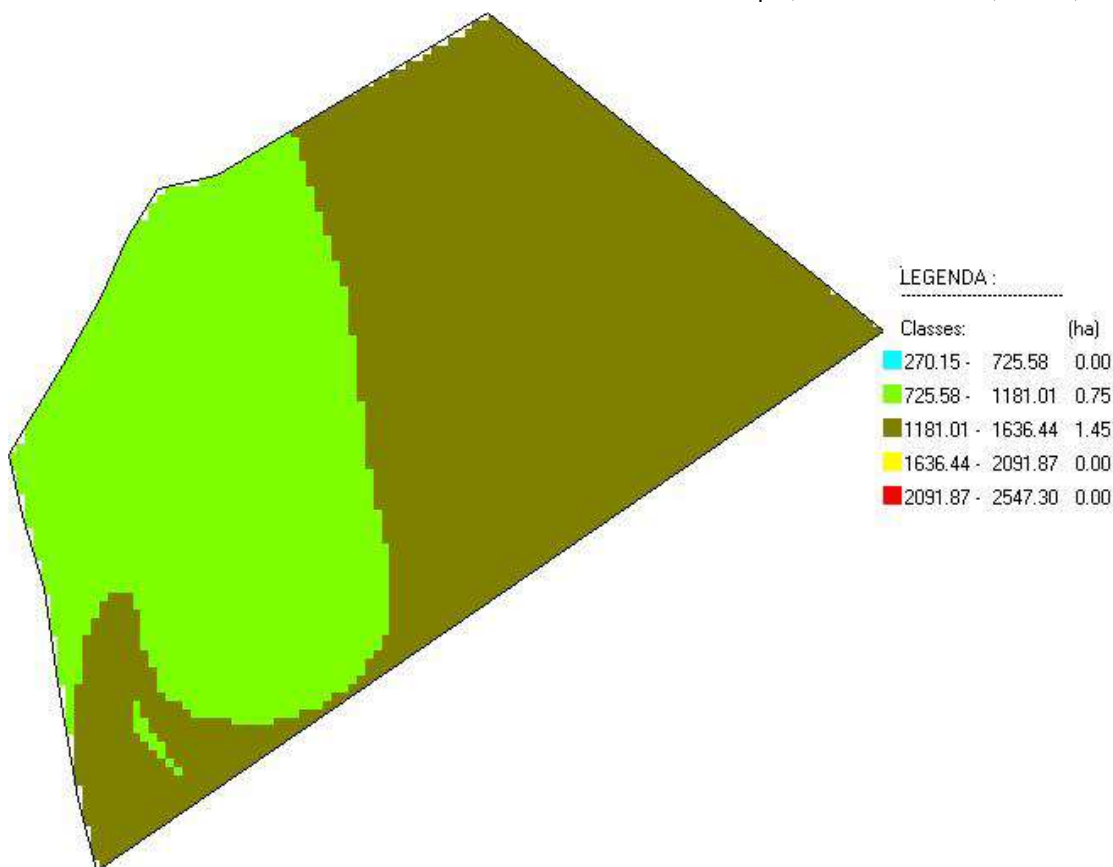
A)



B)



C)



Analisando o perfil, verifica-se que a partir de 0,05 m até o 0,20m apresenta os maiores valores de RP, sendo grande parte da área possui dados restritivos para o desenvolvimento das plantas, o que é esperado, pois segundo Streck et al. (2004) é nesta camada que há o efeito do tráfego de máquinas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há relação entre os sistemas de uso do solo quando comparado ao atributo resistência mecânica do solo à penetração, demonstrando que esse atributo apresenta distribuição dependente do uso da área amostrada. Os maiores valores de resistência à penetração foram registrados para as áreas de pastagem e grãos, sendo mais evidentes entre profundidades de 0,10 a 0,20 m do solo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. da S.; STONE, L. F.; GODOY, S. G. de. Estimativa da resistência do solo à penetração baseada no índice S e no estresse efetivo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, p.932–937, 2013.



CARVALHO JÚNIOR, I.A., FONTES, L.E.F., COSTA, L.M. Modificações causadas pelo uso e formação de camadas compactadas e, ou, adensadas em um Latossolo Vermelho Escuro textura média, na região do Cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.22, p.505-514, 1998.

CONTE, O. LEVIEN, R. TREIN, C.R. CEPIK, C. T.C. DEBIASI, H. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavourapecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo Eng. Agríc., Jaboticabal, v.27, n.1, p.220-228, jan./abr. 2007

FAO. Status of the World's Soil Resources. In: Main report. Rome: 608 pg., 2015.

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.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. Revista Monografias Ambientais, v.13, p. 3915-3925, 2014.

LAPEN, D.R.; TOPP, G.C.; GREGORICH, E.G.; CURNOE, W.E. Least limiting water range indicators of soil quality and corn production. Soil & Tillage Research, v.78, p.151- 170, 2004.

MELLO, L. M. M.; TAKAHASHI, C. M.; YANO, E. H. Condicionamento físico do solo na linha de semeadura de milho em plantio direto: mecanismos sulcadores e rodas compactadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002.

MORAES, A., PELISSARI, A., ALVES, S.J. et al. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: MELLO, N.A., ASSMANN, T.S. (Eds.). I Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. p.3-42. 2002.

OLIVEIRA, V. S.; ROLIM, M. M.; VASCONCELOS, R. F. B.; COSTA, Y. D. J.; PEDROSA, E. M. R. Compactação de um Argissolo Amarelo distrocoeso submetido a diferentes manejos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, p.914-920, 2010.

PEREIRA, J.O.; BENEZ, S.H.; SILVA, S.L.; TABILE, R.A. & TOLEDO, A. Comportamento compressivo de um solo Nitossolo: Efeito do tamanho de agregados, do teor de água e da pressão aplicada. R. Eng. Agríc., 25:749-756, 2005.

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 do solo. R. Bras. Eng. Agríc. Amb., 6:171-174, 2002.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA,





5º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AGRICULTURA
DE PRECISÃO E MÁQUINAS PRECISAS
24 e 25 de Setembro de 2019
Parque Expodireto Cotrijal - Não-Me-Toque/RS

“Agricultura digital: o produtor rural

no centro das novas tecnologias”

Prefeitura de Não-Me-Toque; Sindicato Rural de

Não-Me-Toque; Sistema FARSUL; UFSM; Cotrijal

C.A.; SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. (Org.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. v. 5, p. 49-134.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J, Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: TORRADO, Vidal, P.; Alleoni, L. R. F.; Cooper, M.; Silva, A. P. Tópicos em ciência do solo. Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 5. p. 50- 121.

SILVA, A.P.; IMHOFF, S.; KAY, B. Plant response to mechanical resistance and air filled-porosity of soils under conventional and no-tillage system. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.61, n.4, p.451-456, 2004.

STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Modificação em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. Ciência Rural, 34:755-760, 2004.

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, 222 p.

TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER, J.J. Soil strengthroot penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. Soil Science, v.102, p.18-22, 1966.

TORMENA, C.A. & ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 20:333-339, 1996.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. & LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 22:573-581, 1998.



COTRIJAL