



EFEITO DO PISOTEIO DE BOVINOS EM SOLOS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

BORBA, Juliana Vieira ¹
HALBERSTADT, Hans Plates Silveira¹
HARTWIG, Andiesca Marcela Eckardt ¹
MOREIRA, Dérian López ¹
NASCIMENTO, Kalebe Agripino^{1*}
PASSOS, Gabriel Rodrigues ¹
SCHNEIDER, Vinicius Schneider ¹
VOLK, Leandro Bochi da Silva ²
MUNHOZ, Carolina²
TRENTIN, Gustavo²

RESUMO: O solo é um sistema aberto e dinâmico, que funciona como um corpo natural organizado formado por componentes minerais e orgânicos que se completam. Quando em equilíbrio, possibilitam que todo potencial genético do ser vivo ali estabelecido se expresse, porém, quando este equilíbrio é quebrado desencadeiam-se inúmeros problemas, dentre eles da densidade. , o presente artigo teve por objetivo avaliar o efeito do pisoteio de bovinos em solos de integração lavoura pecuária. A coletas das amostras foi realizada na propriedade Parceria Agrícola dos Passos, situada na localidade de Santa Maria Chico, em Dom Pedrito-RS, tendo como coordenadas geográficas 31°05'02,16"S e 54°40'10,07"O Para simular diferentes situações, foram utilizados oito tipos de ensaios, sendo dois tipos de texturas, duas umidades e ausência ou não de cobertura com palha. Para assemelhar a pressão do pisoteio de um bovino foi aplicada uma força com um objeto com área similar a da pata de um novilho. Onde foi realizadas amostras com anéis e densidade, sendo em cada tratamentos 4 repetições. Foram feitas análises laboratoriais de densidade, porosidade total e microporosidade. Com os resultados foi feita análise dos dados no aplicativo Sisvar, e com isso foi possível identificar a relevância da umidade dos solos para o aumento da densidade, também foi possível concluir que a palhada não diminui necessariamente os efeito do pisoteio.

PALAVRAS CHAVE: Densidade; Pecuária; Solo.

ABSTRACT: Soil is an open and dynamic system that functions as an organized natural body made up of mineral and organic components that are completed. When in equilibrium, they allow the genetic potential of the living being established there to express itself, but when this equilibrium is broken, numerous problems arise, among them density. , the present article aimed to evaluate the effect of cattle trampling on soils integrating livestock farming. Samples were taken from the Parceria Agrícola dos Passos property, located in Santa Maria Chico, Dom Pedrito-RS, with geographic coordinates 31 ° 05'02.16 "S and 54 ° 40'10.07" W To simulate different situations, eight types of tests were used, being two types of textures, two humidities and absence or not of straw coverage. To resemble the trampling pressure of a bovine, a force was applied with an object with an area similar to the foot of a steer. Where samples were taken with rings and density, and in each treatment 4 replicates. Laboratory analyzes of density, total porosity and microporosity were performed. With the results, data analysis was performed in the Sisvar application, and with this it was possible to identify the soil moisture relevance for increasing the density, it was also possible to conclude that the straw does not necessarily decrease the trampling effect.

KEY WORDS: Density; Livestock ; Soil.

¹ Discentes do Curso de Agronomia, Nível II 2018/1- Faculdade IDEAU de Bagé/RS

² Docentes do Curso de Agronomia, Nível II 2018/1 - Faculdade IDEAU de Bagé/RS.

*E-mail para contato: kalebe.dp.97@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO



O solo é um sistema aberto e dinâmico, que funciona como um corpo natural organizado formado por componentes minerais e orgânicos que se completam. Quando em equilíbrio, possibilitam que todo potencial genético do ser vivo ali estabelecido se expresse. Porém, quando este equilíbrio é quebrado desencadeiam-se inúmeros problemas, dentre eles a compactação. A integração lavoura-pecuária é uma técnica produtiva que visa buscar esse equilíbrio.

A integração lavoura-pecuária é a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma planejada, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas (RAMON, 2007).

Desta forma, é largamente usada em nosso estado e provêm várias vantagens para a produção pecuária. É comum, contudo, alguns produtores apontarem como uma das desvantagens a compactação gerada na fase “pecuária” pelo pisoteio dos animais. Tal apontamento é comum em campos de produção orizícola, que na maioria das vezes libera os animais na lavoura logo após o arroz ser colhido, e só depois de que quase toda a palhada foi consumida é instalada uma pastagem de inverno em cobertura, ou ainda ao final da palhada já entram novamente as máquinas para o preparo do solo para o arroz.

Assim, podemos observar que os principais fatores que influenciam na compactação estão reunidos neste tipo de manejo: o excesso de umidade nos campos orizícolas irrigados, a pressão exercida pelo pisoteio dos bovinos e a ausência ou falta de cobertura vegetal.

A compactação do solo traz grandes prejuízos aos seres vivos que nele estão instalados: aumenta a resistência mecânica dificultando assim a penetração radicular e altera a aeração pois há um decréscimo na porosidade. Diminuindo assim o fluxo de calor e a disponibilidade de água e nutrientes.

Desta forma, o presente trabalho se propõe a avaliar o efeito do pisoteio de bovinos em solos de integração lavoura pecuária com diferentes coberturas e umidades.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial Teórico

2.1.1 Integração lavoura pecuária (ILP)



A integração lavoura-pecuária, segundo ALVARENGA (2006), é a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural, de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas

Que possibilita, como uma das principais vantagens, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, pelo menos, na maior parte dele, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo, devido ao sinergismo que se cria entre a lavoura e a pastagem (ALVARENGA et.al,2005)

Já Vilela et al. (2012) relata que a ILP, de modo geral, mostra-se como alternativa para reverter a degradação de pastagens, melhorando a qualidade do solo e o seu teor de matéria orgânica.

Dessa forma, o uso da integração lavoura pecuária é o ponto de desenvolvimento de diversos benefícios na matriz produtiva. Como há ganhos em produtividade tanto das lavouras quanto das pastagens, menor demanda por defensivos agrícolas e melhor aproveitamento da mão-de-obra, dentre outros fatores, os custos de produção são reduzidos (ALVARENGA et.al, 2005).

A adoção da ILP proporciona benefícios recíprocos e reduz a degradação física, química e biológica do solo, resultante de cada uma das explorações (KLUTHCOUSKI & STONE, 2003).

2.1.2 Solo

A definição de um solo fisicamente ideal é difícil devido ao tipo e natureza das variações físicas dos solos que ocorrem ao longo da profundidade do solo, na superfície da paisagem e ao longo do tempo.(REINERT & REICHERT , 2006).

2.1.2.1 Característica do solo arenoso e argiloso

Conforme os dados da tabela 1 abaixo podemos descrever que os solos argilosos são ótimos para o cultivo de diversas culturas de plantas do setor das ciências agrárias, mas Camargo & Alleoni (1997) assinalaram como crítico, com a densidade com valor na ordem de 1,55 Mg m⁻³ os solos variando de franco-argilosos a argilosos. Já para o cultivo da soja em solos franco-argilo-arenosos, Beutler et al. (2005) afirmaram que a densidade ótima deve ser da ordem de 1,23 Mg m⁻³. Portanto vai depender da cultura a ser selecionada para o tipo de solo com densidade, onde terá o aporte para sobrevivência da planta.

TABELA 1 – Quadro comparativo da relação da textura do solo com algumas de suas propriedades.

Solos arenosos	Solos Argilosos
Menor porosidade do solo	Maior porosidade do solo
Menor micro e maior macroporosidade	Maior micro e menor macroporsidade
Baixa retenção	Alta retenção
Boa drenagem e aeração	Drenagem lenta e pouco arejado (se pouco agregado)
Menor densidade do solo	Maior densidade do solo
Aquece rápido	Aquece lentamente
Resistência à compactação	Maior susceptibilidade a compactação
Baixa CTC	Maior CTC
Mais lixiviável	Menos Lixiviável
Maior erosão	Mais resistência a erosão
Coesão baixa, friável	Coesão elevada, firme
Consistência friável quando úmido	Consistência plástica e pegajoso quando molhada
Fácil preparo úmido	Consistência plástica e pegajosa quando molhado
Matéria orgânica baixa e rápida decomposição	Matéria orgânica média a alta e menor taxa de decomposição

Fonte: REINERT & REICHERT , 2006



2.1.2.2 Importância das propriedades físicas do solo no desenvolvimento radicular da planta

Entre as propriedades físicas mais avaliadas está a densidade, que fornece indicações a respeito do estado de compactação do solo (REICHARDT; TIMM, 2008).

O cultivo de plantas com abundante sistema radicular contribui para a formação e estabilidade de agregados maiores que 2 mm, denominados de macroagregados. Solos que apresentam boa agregação são mais resistentes à erosão e à compactação pelo tráfego de maquinário (SALTON; TOMAZI, 2014).

Conforme o mesmo autor acima as raízes liberam constantemente exsudados que promovem maior atividade dos microrganismos e funcionam como agente agregador das partículas do solo, para formação dos agregados.

Já em solos com menor umidade, a coesão e a resistência do solo à penetração aumentam e a pressão hidrostática das células das raízes diminui, com conseqüente redução da força na coifa e na região meristemática para superar a resistência do solo (Hamza & Anderson, 2005).

2.1.2.2.1 Densidade do solo e sua influência na estruturação da porosidade

Considerando o solo como um corpo natural organizado, portanto ocupando dado espaço, a recíproca da matriz do solo forma a porosidade dos solos, dentre os fatores que interfere na porosidade dos solos refere-se à maneira com que as partículas sólidas se arranjam (REINERT & REICHERT, 2006)

Em relação a porosidade conforme o mesmo autor, onde a classificação da porosidade deve-se a os espaços onde ao tamanho de poros encontrado no solo que divide-se em macro e microporosidade. A microporosidade é uma classe de tamanho de poros que, após ser saturada em água, a reter contra a gravidade. Os macroporos, ao contrário, após serem saturados em água não a retém, ou são esvaziados pela ação da gravidade. Com as informações acima podemos salientar que os microporos são os responsáveis pela retenção e armazenamento da água no solo enquanto os macro poros pela infiltrabilidade de água e aeração do solo.

O teor de matéria orgânica (M.O.) é caracterizado como um dos fatores responsáveis pela manutenção das condições físicas do solo e também influencia a resposta dos solos à compactação (ASSOULINE; TAVARES FILHO; TESSIER, 1997)



O termo compressibilidade indica a resistência do solo ao decréscimo de volume quando submetido a uma carga mecânica, sendo definido como a facilidade com que o solo diminui o volume quando uma determinada pressão é aplicada (GUPTA; ALLMARAS, 1987). Esta propriedade é uma das maneiras utilizadas para avaliar a densidade do solo. Enquanto EMBRAPA, (1997). O método do anel volumétrico (MAV) é considerado como método padrão de amostragem para a avaliação da densidade do solo, o qual consiste na amostragem do solo com estrutura indeformada num anel (cilindro metálico) de volume conhecido. Os métodos a ser utilizado vai depender da decisão do amostrador de manuseio das ferramentas.

Onde os organismos da fauna edáfica são capazes, ainda, de modificar as características físicas, químicas e biológicas do solo, constituindo-se em componentes importantes para a avaliação da organização e funcionamento do mesmo (Steffen et al. 2007). Segundo Ciotta et. al; (2003) em tropicais e subtropicais, a matéria orgânica apresenta uma estreita relação com as demais propriedades físicas, químicas e biológicas do solo

Portanto, o manejo sustentável da matéria orgânica do solo é fundamental à manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo.

2.1.3 Definição e efeitos da compactação

A compactação é definida como sendo um processo antrópico de compressão pelo qual ocorre a deformação dos agregados do solo devido à diminuição dos espaços vazios, fazendo com que os as partículas fiquem mais próximas, aumentando a densidade do solo (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA - 2018).



Figura 1: Foto mostrando o processo de deformação ou alteração da estrutura do solo - compactação
FONTE: Os autores, 2018.

Uma das propriedades físicas que mais influenciam a resposta do solo à compactação e a resiliência física do solo é a textura. Solos argilosos suportam maiores pressões, porém são mais susceptíveis à compactação, que se deve ao fato de que a maiores tensões, os solos argilosos são capazes de reter maior umidade do que solos arenosos (SUZUKI et al., 2008).

Entretanto, Gregory et al. (2007) afirma que os solos argilosos possuem maior resiliência, pois o provável aumento na pressão da água nos poros que não foi expulsa durante a compactação pode suportar uma parte do estresse total exercida sobre o solo, o que pode proteger a estrutura do solo contra a degradação.

A compactação do solo está diretamente relacionada com o grau de estruturação do solo, ou o grau de desenvolvimento de seus agregados. A maior agregação do solo auxilia na resistência à deformação, já que o seu arranjo espacial é alterado tanto entre como dentro dos agregados (DEFOSSEZ; RICHARD, 2002). Independente da textura do solo, quanto melhor estruturado ele estiver, maior será sua resistência a deformação.

Na compactação do solo há aumento de massa por unidade de volume, resultando em aumento na densidade, na resistência à penetração de raízes e na microporosidade relativa, o que contribui para redução linear da porosidade total e da macroporosidade (Beutler et al., 2005).



Enquanto a susceptibilidade à compactação pode ser alterada pelo acúmulo de matéria orgânica, porém, a textura do solo e seus efeitos associados à retenção de água, coesão e densidade do solo determinam a magnitude e o tipo de efeito (Braida et al., 2010).

2.1.3.1 Impacto causado pela pressão exercida por um bovino.

Schneider et al. (1978) constataram que um bovino com peso entre 70 a 500 kg exerce uma pressão de compactação de 0,07 a 0,21 MPa, enquanto que um trator de esteira exerce somente 0,01 a 0,02 MPa de pressão.

O grau de compactação causado pelo pisoteio bovino é influenciado pela textura e umidade do solo, sistema de pastejo e altura de manejo da pastagem (LEÃO et al., 2004).

2.1.3.2 Efeito na compactação no desenvolvimento de plantas

Segundo Letey (1985) as propriedades físicas do solo que afetam diretamente o crescimento das plantas são água, aeração, temperatura e resistência mecânica, enquanto que a estrutura, textura, densidade do solo, estabilidade de agregados e distribuição do tamanho de poros constituem nos fatores indiretos.

A presença de camadas compactadas pode modificar o comportamento das raízes das plantas, devido à alteração dos fluxos e armazenamento de oxigênio e calor, podendo afetar as pressões que as raízes exercem contra a matriz do solo (TAYLOR; BRAR, 1991). De acordo com Lipiec et al. (2003) a compactação do solo resulta em diminuição do tamanho das raízes, se concentrando na camada mais superficial, com baixo volume de raízes em profundidade.

Material e Métodos

. De modo a avaliar as consequências do pisoteio de um novilho em diferentes umidades, coberturas e texturas de solo, foram realizados ensaios que buscaram simular as diferentes situações. A coleta das amostras foi realizada na propriedade Parceria Agrícola dos Passos, situada na localidade de Santa Maria Chico, em Dom Pedrito-RS, tendo como coordenadas geográficas 31°05'02,16"S e 54°40'10,07"O.

Foram representadas oito situações, com dois solos de diferentes texturas, ausência e presença de cobertura por palhada, e duas umidades distintas, sendo estas: a) solo com cobertura, seco e arenoso; b) solo sem cobertura, seco e arenoso; c) solo com cobertura, úmido e arenoso; d) solo sem cobertura, úmido e arenoso; e) solo com cobertura, seco e argiloso; f)

solo sem cobertura, seco e argiloso; g) solo com cobertura, úmido e argiloso; e h) solo sem cobertura, úmido e argiloso. Simular as diferentes situações.

Para determinação da quantidade de palha no solo com cobertura foram coletadas amostras com a área referente ao pisoteio, no raio de abrangência que a palha é arremessada pelo espalhador da colhedora. Após a pesagem das amostras foi constatado um valor médio de 30g por unidades amostrais.

Para a identificação do solo, abriram-se duas trincheiras (Figura 2), conforme Lemos e Santos (2007). Identificou-se que pertenciam à ordem dos Planossolos (PLANOSSOLO Háptico Eutrófico típico)(Streck et al., 2008).



FIGURA 2. Trincheiras abertas para identificação dos dois solos estudados
Fonte: Os autores, 2018.

Em cada uma das situações foi aplicada uma pressão de 20 kgf dm^{-2} , que segundo Schneider et al. (1978) é força média aplicada por uma das patas de um novilho, de 70 kg a 450 kg, quando entra em contato com o solo. Para imprimir tal pressão, e que esta fosse semelhante ao pisoteio do bovino, foi utilizado um objeto com área superficial de 5 dm^2 . Logo foi necessária a utilização de um peso de 100 kg sobre o objeto que entrou em contato com o solo (sendo que $1 \text{ kgf/dm}^{-2} = 1 \text{ kg/dm}^{-2}$).

Após ser impressa esta pressão, foi feita a coleta de solo (Figura 3) para a determinação da densidade. A coleta consiste na penetração do anel no solo e retirada de solo em seu interior, preservando suas características estruturais (anel com volume de 269 cm^3), após determinação de umidade e pesagem das amostras foi possível calcular a densidade do solo segundo Klein (2014).



FIGURA 3. Coleta de amostras com anéis de Kopeck e amostrador de Uhland para determinação da densidade do solo.

Fonte: Os autores

A textura dos solos foi avaliada primeiramente pelo teste de sensação ao tato e com o auxílio do triângulo textural (Lemos e Santos, 2007); complementarmente utilizou-se o princípio de Stokes, no qual a velocidade de sedimentação de um sólido no líquido ocorre de acordo com seu diâmetro e viscosidade do líquido (Figura 4). Para isso, utilizou-se o método do hidrômetro de Bouyoucos (Klein, 2014). Conforme os referidos testes os solos utilizados foram classificados conforme textura em franco arenoso (solo 1) e argila franca (solo 2).



FIGURA 4. Provetas com amostras de solo suspensas em água e dispersante e uso de hidrômetros para determinação da textura do solos.

Fonte: Os autores, 2018

Para determinar a porosidade total, macroporosidade e microporosidade, utilizou-se o método do funil com placa porosa (Figura 5), conforme descrito em Embrapa (1997). Nesta metodologia, a porosidade total é calculada com base na densidade do solo e na densidade de partículas do solo. E a macroporosidade é calculada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.



FIGURA 5: Anéis de solos em saturação (direita) e no funil de placa porosa (esquerda) para determinação da microporosidade

Fonte: Os autores, 2018.

A densidade de partículas foi determinada pela diferença de volume em balão volumétrico, segundo Embrapa (1997).

Para a quantificação da variância dos resultados, foi feita a avaliação pelo aplicativo Sisvar, com o teste de avaliação de médias Tukey a 10%, percentual escolhido é explicado pelo número de amostragens ser reduzido e o meio em que as amostras foram coletadas não é controlado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

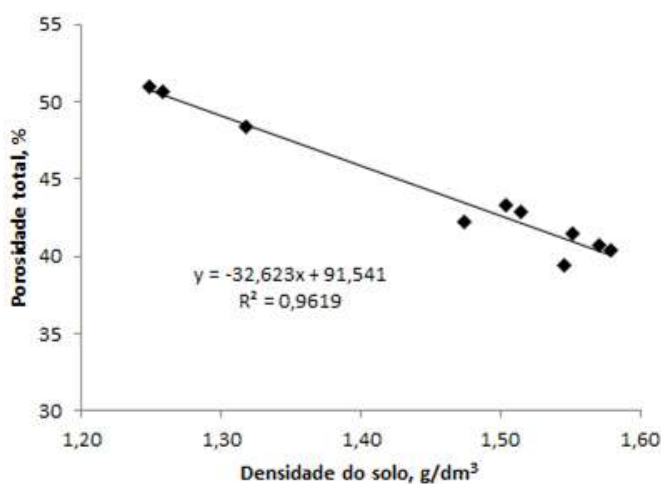


Gráfico 1: Linha de regressão mostrando o a interação entre a porosidade total e densidade do solo.
Fonte: Os autores, 2018

Analisando e comparando as médias dos tratamentos e suas respectivas testemunhas, pode-se observar através desta linha de regressão, uma correlação fortemente negativa de 96,19%, ou seja, com base nestes resultados podemos afirmar que quanto menor a porosidade total do solo observado maior vai ser seu nível de densidade.

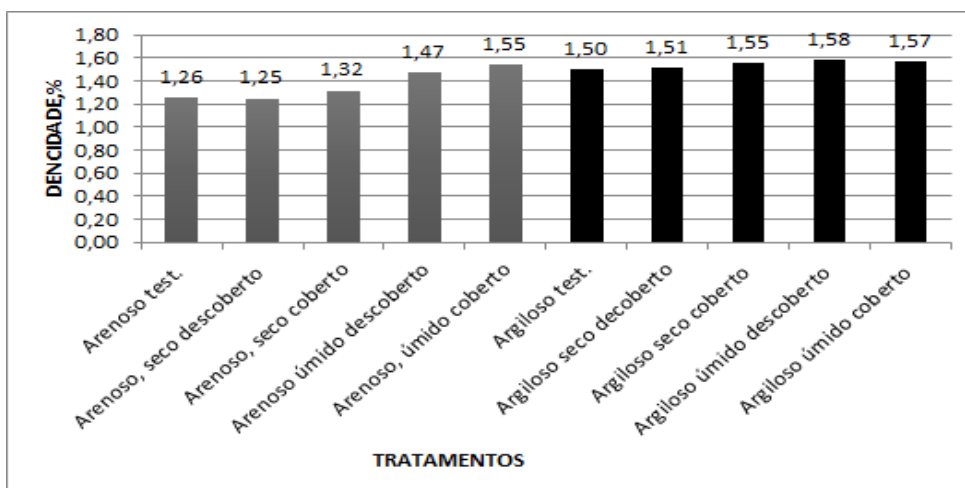


Gráfico 2: Tratamentos observados em relação a densidade do solo.
Fonte: Os autores, 2018.

De acordo com o gráfico acima podemos observar a densidade do solo em relação aos diferentes tratamentos submetidos. Dessa maneira, o solo arenoso, seco e descoberto teve a densidade diminuta dentre os tratamentos, sendo que quando úmido e coberto foi um dos que apresentou menor resistência ao pisoteio, pois, sua densidade foi uma das maiores observadas, enquanto o solo argiloso úmido e descoberto teve menor acréscimo na densidade em relação ao coberto.

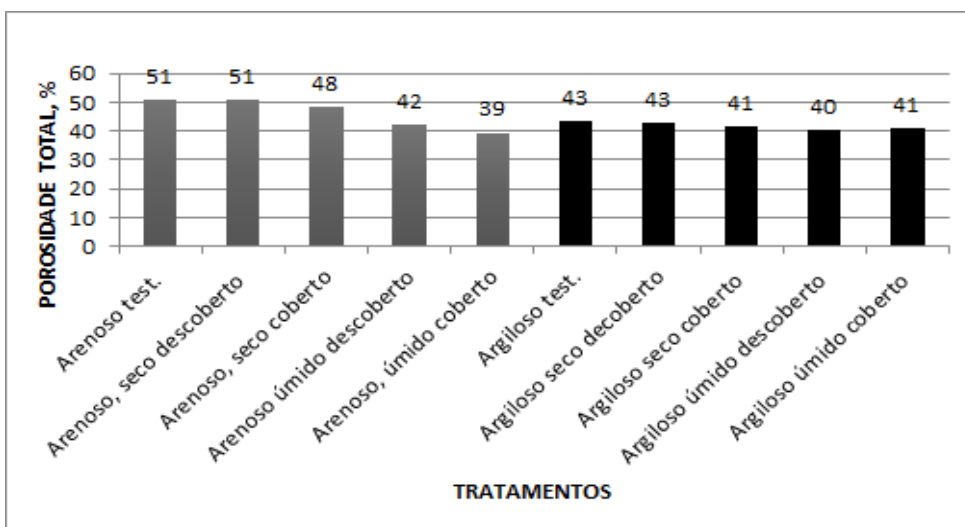


Gráfico 3: Tratamentos em relação às médias das porosidades totais.
Fonte: Os autores, 2018

Conforme o gráfico acima, podemos analisar que as porosidades totais foram maiores no solo arenoso, seco sem cobertura, o qual apresentou diferença significativa com relação aos outros tratamentos, no entanto o gráfico também nos especula que uma das amostras apresentou baixos resultados, referente ao solo argiloso úmido sem cobertura.

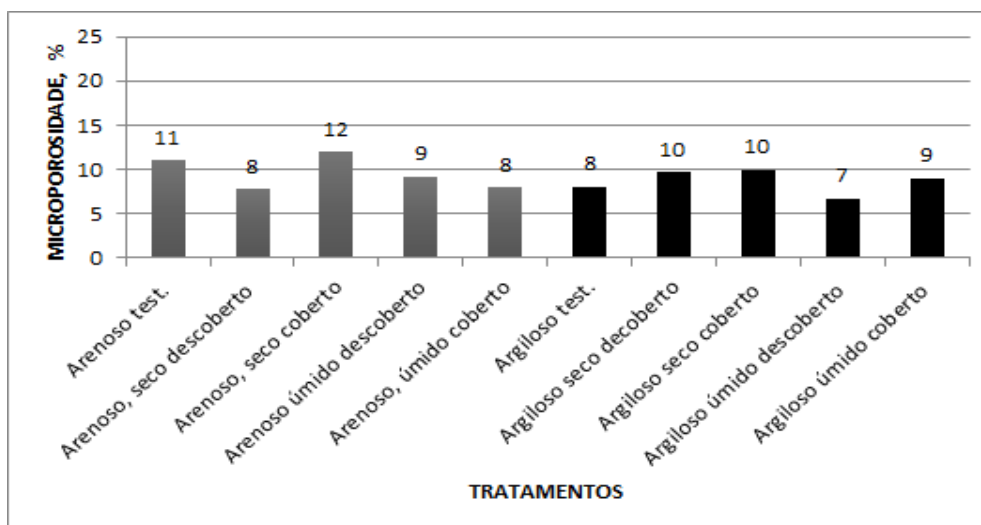


Gráfico 4: Tratamentos em relação às médias das microporosidades observadas.
Fonte: Os autores, 2018

O gráfico acima relata a microporosidade com relação aos tipos de solos que foram utilizados no experimento. À vista disso o solo arenoso, seco com cobertura, apresentou uma microporosidade superior entre os tratamentos. Ao contrário do solo argiloso, úmido com cobertura, o qual retrata uma microporosidade inferior comparada aos outros tratamentos resignados.

4 CONCLUSÃO

Com o presente trabalho foi possível concluir que o aumento da densidade do solo não está só necessariamente atrelado à presença ou não de palhada. Por outro lado é possível constatar que a densidade teve maior acréscimo em solos úmidos.

Foi possível constatar que os solos com menor porosidade total, apresentaram maior densidade, sendo que nos dois tipos de solo a porosidade diminuiu com a presença de palha, e de mesma forma a umidade. Sendo que a microporosidade foi instável nas diferentes situações, apresentando os maiores valores no solo arenoso seco coberto.



REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.C. **Integração lavoura e pecuária – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo** 2005. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Doc47ID-UxihFsDVUz.pdf>. Acessado em: 31 maio 2018.

ALVARENGA, R. C.; CUBUCCI, T.; KLUTHCOUSHI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. A cultura do Milho na Integração Lavoura-Pecuária. Embrapa Sete Lagoas, MG, 12 p., dez. 2006, Circular Técnica 80.

ASSOULINE, S.; TAVARES FILHO, J.; TESSIER, D. Effects of compaction on soil physical and hydraulic properties: experimental results modeling. *Soil Science Society of America Journal, Madison*, v.61, p.390-398, 1997.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.843-849, 2005.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; VEIGA, M. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e Argissolo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.131-139, 2010.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 132p.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; ERNANI, P.R.; ALBUQUERQUE, J.A.; Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto; **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1161-1164, nov-dez, 2003.

DEFOSSEZ, P.; RICHARD, G. Models of soil compaction due to traffic and their evaluation. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 67, p. 41-64, 2002.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

GREGORY, A.S.; WATTS, C.W.; WHALLEY, W.R.; KUAN, H.L.; GRIFFITHS, B.S.; HALLETT, P.D.; WHITMORE, A.P. Physical resilience of soil to field compaction and the interactions with plant growth and microbial community structure. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 58, p. 1221-1232, 2007.

GUPTA, S.C.; ALLMARAS, R.R. Models to assess the susceptibility of soil to excessive compaction. **Advances in Soil Science**, New York, v.6, p.65-100, 1987.

HAMZA, M.A. & ANDERSON, W.K. **Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions**. *Soil Till. Res.*, 82:121-145, 2005.

KLEIN, V. A. **Física do solo- 3. ed** - Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.



KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. v.1, 2003. 570p. (Embrapa Arroz e Feijão).

LEÃO, T. P.; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V. P. B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 415-423, 2004.

LEMO, R. C. de; SANTOS, R. D. Manual de método de trabalho de campos: **sociedade brasileira de ciência do solo**. Campinas, 2007.

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

LIPIEC, J.; MEDVEDEV, V.V.; BIRKAS, M.; DUMITRU, E.; LYNDINA, T.E. ; ROUSSEVA, S.; FULAJTÁR, E. **Effect of soil compaction on root growth and crop yield in Central and Eastern Europe**. International Agrophysics, Lublin, v. 17, p. 61–69, 2003.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2008.

REINERT, J. M.; REICHERT; **Propriedades física do solo**; universidade federal de santa maria centro de ciências rurais, 2006. Disponível em: https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf
Acesso em: 9 abril de 2018

RAMOS C; MICHEL M; GONTIJO N; JOSÉ H. R; C. G; C. M. V; ANDEA A. D. N. **CASTRO Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: O modelo implantado na Embrapa Milho**. (2007) Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/7.-ilp-modelo-embrapa.pdf>

SALTON, J.C; TOMAZI, M; **Sistema Radicular de Plantas e Qualidade do Solo** ISSN 1679-0472 Dezembro, 2014 Dourados, MS. Acesso em: 31 maio 2018

SCHNEIDER, P.R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S.J. 1978. **Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais**. Revista Floresta, v.19, n.1, p.19-23.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Glossary of soil science terms**. Disponível em: <<http://www.soils.org/sssagloss/>>. Acesso em 9 abril. 2018.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: UFRGS: EMATER/RS-ASCAR, 2008.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K. Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 265-269, 2007.



INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO
EDUCACIONAL DE BAGÉ
FACULDADES IDEAU DE BAGÉ



SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; LIMA, C.L.R. de. Estimativa da susceptibilidade à compactação e do suporte de carga do solo com base em propriedades físicas de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 963- 973, 2008.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 19, p. 111–119, 1991.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR G.B.; MARCHÃO, R.L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. **Revista Universidade Federal de Goiás**, n.13, p.92-98, 2012.