

## Resistência ao cisalhamento e compactação de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico em diferentes manejos <sup>(1)</sup>.

**Danilo Fernandes Borges de Freitas<sup>(2)</sup>; Wellington Willian Rocha<sup>(3)</sup>; Moacir de Souza Dias Junior<sup>(4)</sup>; Thiago Francisco Machado dos Santos<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de: Fundação Agrisus, Fapemig e UFVJM.

<sup>(2)</sup> Estudante de pós-graduação; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, Minas Gerais; daniloffreitas@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> professor adjunto 4; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; <sup>(4)</sup> Professor Associado, bolsista de produtividade do CNPq; Universidade Federal de Lavras <sup>(5)</sup> Engenheiro Agrônomo.

**RESUMO:** Existe ainda a necessidade de estudos sobre os impactos diretos da alteração estrutural nas propriedades físicas dos solos. Apesar do interesse sobre o tema ter crescido nos últimos anos, a maioria das pesquisas procura associar a redução das produtividades exclusivamente com a redução na fertilidade do solo. No entanto, mesmo em condições ideais de fertilidade, a degradação física do solo pode inviabilizar a produtividade das culturas. O solo do estudo é um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico e os manejos foram: pastagem de ovinos em Tifton, cultura do milho em sistema de plantio direto e mata natural. Em amostras indeformadas de solo, foram realizados os ensaios de resistência do solo ao cisalhamento, gerando as envoltórias de resistência, permitindo assim, o cálculo das coesões do solo. Calculou-se também o fator de conservação estrutural do solo, sendo este: a divisão da coesão do solo da mata pela coesão dos solos nos diferentes manejos. Valores menores que 1, indicam alteração estrutural. O solo sob pastejo, apresentou a maior coesão em comparação à mata e o menor valor para o fator de conservação estrutural, indicando que o manejo promoveu uma mudança na macroestrutura. Já o sistema de plantio direto, apresentou uma maior conservação da estrutura do solo em função do amortecimento da Brachiaria. Conclui-se que o solo sob pastejo de ovinos, apresentou maior degradação da estrutura em comparação com a mata.

**Termos de indexação:** coesão aparente, pastejo, plantio direto.

### INTRODUÇÃO

A grande demanda por alimentos provocou a necessidade do desenvolvimento de máquinas cada vez mais modernas, potentes e pesadas. O intenso tráfego destas máquinas pode causar a compactação do solo.

A compactação pode ser entendida como a redução do espaço poroso do solo devido à aplicação de forças externas, como por exemplo, o pisoteio animal e o tráfego de máquinas (Rocha, 2003). Em culturas irrigadas, a compactação do solo é uma preocupação, pois o solo permanece com umidade elevada e consequentemente baixa capacidade suporte de cargas. A compactação do solo pelo tráfego de máquinas ou pisoteio animal refletindo em baixas produtividades, foi tema de estudos em diversos trabalhos (Kondo & Dias Junior, 1999; Oliveira et al., 2003; Lima, 2004). O manejo inadequado da quantidade de animal por área e da umidade do solo, tem contribuído para o avanço de áreas compactadas no Brasil, gerando outro desafio para a ciência, que é descobrir técnicas mais precisas de se avaliar, quantificar, controlar e prevenir essa compactação.

Rocha et al. (2007), afirmam que os resultados dos ensaios de resistência do solo ao cisalhamento, são completos para estudos de compactação, pois relacionam as forças normais e tangenciais aplicadas sobre o solo. Deste estudo, pode-se obter a coesão aparente, que é uma medida direta da aproximação das partículas minerais do solo.

A resistência do solo ao cisalhamento pode ser entendida como a máxima pressão suportada pelo solo antes de sua ruptura e pode ser expressa pela equação de Coulomb:  $\sigma = c + \sigma_n \tan \phi$  (Ramamurthy, 2001), onde  $\sigma$  é a máxima pressão de cisalhamento suportada pelo solo;  $\sigma_n$  é a tensão normal na linha de falhamento do solo;  $c$  é o intercepto de coesão, ou coesão aparente e  $\phi$ , é o ângulo de atrito interno (ângulo formado pelo vetor da força normal com o vetor da força resultante). Esta equação define a linha de ruptura ou envoltória de resistência do solo, sendo que, qualquer esforço aplicado acima do limite desta linha, promoverá sua ruptura (Rocha, 2003).

Objetivou-se neste trabalho quantificar a coesão aparente de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico sob plantio direto de milho, pastejo de



ovinos e mata natural, bem como detectar possíveis alterações estruturais promovidas pelos manejos.

Os valores de umidades e teores de matéria orgânica foram testados pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, o solo é um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. As áreas de estudo foram: pastejo por ovelhas na gramínea Tifton, cultivo de milho em sistema de plantio direto e mata natural. Em cada sistema de manejo, 32 amostras indeformadas foram coletadas aleatoriamente a partir da camada superficial (0-3 cm) (32 amostras x 3 sistemas).

A área de pastagem de ovinos tinha 4 ha e foi pastejada por 30 animais, a cultura do milho em sistema de plantio direto teve 2 ha e a cobertura do solo formada pela *Brachiaria ruziziensis* (sementes produzidas e fornecidas por Matsuda Minas) e a mata natural é um resíduo de Mata Atlântica da região. Estas amostras foram levadas para o Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, onde elas foram saturadas. As amostras saturadas foram equilibradas a uma tensão de -6 kPa (capacidade de campo), procedimento realizado no extrator de placa porosa de Richardts. Uma vez que a tensão de retenção de água foi estabilizada, as amostras foram submetidas aos ensaios de cisalhamento de acordo com Rocha et al. (2007). Para o teste de cisalhamento direto foi utilizado uma prensa fabricada pela ELE Internacional. O equipamento operou a uma velocidade de deslocamento horizontal com  $2 \text{ mm min}^{-1}$  e foram aplicadas as tensões normais de 194, 304, 415 e 526 kPa (Pires, 2007). Depois da aplicação da tensão normal ( $x$ ) e determinação da tensão máxima de cisalhamento ( $y$ ), foram plotadas as envoltórias de resistência, sendo possível calcular a coesão aparente em cada sistema de manejo e mata. As comparações estatísticas entre envoltórias de resistência, ou seja, entre as equações lineares, foram efetuadas de acordo com Snedecor & Cochran (1989) ao nível de significância de 5%. Calculou-se também o fator de conservação estrutural, proposto aqui como sendo a razão entre a coesão aparente do solo da mata pela coesão aparente do solo de cada manejo, significando que, quanto menor este fator e diferente de 1, maior a alteração estrutural e possível compactação, pois mais distante da condição do solo de mata, o solo manejado se encontra.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações geradas para os manejos foram:  $\tau = 0,4985 \sigma_n + 42,667$  ( $R^2 = 0,98$ ) para o solo em plantio direto;  $\tau = 0,5962 \sigma_n + 45,522$  ( $R^2 = 0,99$ ) para a área com pastejo de ovinos e  $\tau = 0,5421 \sigma_n + 39,985$  ( $R^2 = 0,99$ ) para o solo sob mata natural. Pode-se observar que todas apresentaram um alto coeficiente de determinação, o que demonstra a boa precisão dos modelos gerados. Esses modelos, segundo Rocha et al. (2007), são as envoltórias de resistência de onde as coesões aparentes dos solos, são os coeficientes lineares das retas. Estas equações foram testadas segundo o procedimento descrito por Snedecor & Cochran (1989) e para este estudo, foram estatisticamente diferentes.

Observa-se na **tabela 1** os valores de coesão aparente nos diferentes manejos. Nota-se que o solo sob mata, apresentou a menor coesão aparente, tal fato se explica pela maior umidade do solo e maior quantidade de matéria orgânica, o que pode deixar o solo mais solto (Rocha et al., 2007). Já solo sob pastejo de ovinos, foi o que apresentou maior coesão aparente. Como a coesão reflete a aproximação entre as partículas, neste manejo, a resistência do solo é maior, refletindo em uma maior alteração estrutural. Este fato, também pode ser explicado pelo seu menor conteúdo de matéria orgânica e menor umidade observada a -6 kPa. O solo em sistema de plantio direto, apresentou coesão maior que a do solo sob mata, porém, menor que a do solo em pastejo de ovinos. O reflexo do preparo deste solo no passado, para implementação do sistema de plantio direto, aliado ao possível amortecimento da *Brachiaria*, pode ter contribuído para que, mesmo com intenso tráfego de máquinas, este solo ainda esteja com a estrutura mais aliviada que o solo sob pastejo de ovinos.

Ainda pela **tabela 1**, com relação às umidades na capacidade de campo e o teste t de Student a 5%, o que se observou foi que, os solos sob manejos e o solo sob mata, retêm água de maneira diferente, a mata retém mais água, possivelmente em função de seu maior teor de matéria orgânica. O solo pastejado pelos ovinos apresentou os menores valores de umidade e de matéria orgânica.

A **tabela 2** mostra os fatores de conservação estrutural para os diferentes manejos, pode-se notar que este fator é menor para o solo sob pastejo de ovinos, indicando que este sofreu maiores deformações. Esta relação, se apresentar valores



menores que 1, maiores serão as alterações da estrutura do solo pela aplicação de cargas e consequente compactação. O solo sob plantio direto, apresentou um fator menor que 1, mas, ainda sim superior ao observado para a área de pastejo, significando que, embora o solo tenha sofrido alguma alteração em sua estrutura, possivelmente a *Brachiaria ruziziensis* tem exercido algum efeito de amortecimento para as cargas de máquinas que ali trafegam. E como a comparação estatística usada (Snedecor & Cochran, 1989), detectou que as coesões aparentes são diferentes entre si, as alterações na estrutura do solo, calculadas pelas razões entre a coesão da mata e a dos manejos, representadas pelos fatores propostos, também são diferentes entre si.

### CONCLUSÕES

1. A maior coesão aparente do solo foi observada para o solo sob pastejo de ovinos;
2. Em relação à mata, o solo que mais sofreu a alteração estrutural foi o manejado com pastejo de ovinos.
3. Em relação à mata, o manejo que menos sofreu a alteração estrutural e apresentou menor coesão aparente, foi o solo em sistema de plantio direto de milho.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e à Universidade Estadual de Minas Gerais pelo apoio.

### REFERÊNCIAS

KONDO, M. K. & DIAS JUNIOR, M. S. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e uso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 211-218, abr./jun. 1999.

LIMA, C. L. R. Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada. 2004, 70p. (Tese de Doutorado) ESALQ – Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S. RESCK, D. V. S.; CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 2, p. 291–299, fevereiro de 2003.

PIRES, B.S. Compressibilidade e resistência ao cisalhamento de um latossolo sob diferentes manejos e intensidades de uso na região de Passos, MG. 2007.

Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RAMAMURTHY, T. Shear strength response of some geological materials in triaxial compression. *Intern. J. Rock Mech. Mining Sci.*, p.1-15, 2001.

ROCHA, W. W.; BORGES, S. R.; VICTÓRIA, E. P. & NUNES, A. B. Resistência ao cisalhamento do solo do ponto de vista ambiental. In. Mauro. Editora. *Ciência Ambiental*. 1ed. Belo Horizonte, MG. 2007.

ROCHA, W. W. Resistência ao cisalhamento e estabilidade de taludes de voçorocas em solos da região de Lavras, MG. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 101p. 2003. (Tese de Doutorado).

SNEDECOR, G. W & COCHRAN, W. G. *Statistical methods*. 8.ed. Ames, Iowa State University. 503p. 1989.

**Tabela 1-** Valores médios de coesão aparente, umidade na capacidade de campo e matéria orgânica nos manejos estudados.

Manejo	Coesão aparente (kPa)	Umidade a -6kPa (%)	Matéria Orgânica (gkg <sup>-1</sup> )
Pastejo de ovinos	45,552A	24c	19c
Milho em plantio direto	42,667B	28b	23b
Mata Natural	39,985C	33a	29a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Snedecor e Cochran (1989) a 5%  
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si pelo teste t de Student a 5%.

**Tabela 2 -** Fator de conservação estrutural do solo em relação à mata natural.

Manejos	Razão de alteração estrutural em relação à mata natural
Milho em plantio direto	*0,94a
Pastejo de ovinos	*0,87b

\*Valores calculados pela divisão da coesão da mata pelos manejos, coesão testa pelo teste de Snedecor e Cochran (1989) a 5%  
Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Snedecor e Cochran (1989) a 5%